UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

# THÈSE

*pour l'obtention du*

DOCTORAT ÈS LETTRES
(3e cycle)

(*Psychologie*)

PAR

Marc BLANCHETEAU
Attaché de Recherche
au Centre National de la Recherche Scientifique

# L'ORIENTATION SPATIALE CHEZ L'ANIMAL, SES INDICES ET SES REPÈRES

*Directeur de Thèse :*

MONSIEUR LE PROFESSEUR PAUL FRAISSE
Directeur du Laboratoire de Psychologie expérimentale et comparée de la Sorbonne,
28, rue Serpente, PARIS (6e)

*Monographies Françaises de Psychologie XV*
ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
1969

# L'ORIENTATION SPATIALE CHEZ L'ANIMAL, SES INDICES ET SES REPÈRES

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

# THÈSE

*pour l'obtention du*

DOCTORAT ÈS LETTRES
(3e cycle)

(*Psychologie*)

PAR

Marc BLANCHETEAU
Attaché de Recherche
au Centre National de la Recherche Scientifique

# L'ORIENTATION SPATIALE CHEZ L'ANIMAL, SES INDICES ET SES REPÈRES

*Directeur de Thèse :*

MONSIEUR LE PROFESSEUR PAUL FRAISSE
Directeur du Laboratoire de Psychologie expérimentale et comparée de la Sorbonne,
28, rue Serpente, PARIS (6e)

*Monographies Françaises de Psychologie XV*
ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
1969

## SOMMAIRE


Pages

Introduction ..... 9

I. — Définition de l'orientation spatiale ..... 9

II. — Ethologie et laboratoire ..... 9

III. — Repères et indices d'orientation ..... 10

Chapitre I. — *Historique des recherches expérimentales sur l'orientation spatiale* ..... 13

I. — Vue d'ensemble sur l'évolution des travaux ..... 13

II. — Recherches concernant les informations sensorielles qui guident l'orientation ..... 14

III. — Erreurs de parcours et tendances motrices ..... 22

IV. — L'enchaînement des réponses motrices par répétition du parcours correct ..... 27

V. — Théories fonctionnelles de l'apprentissage d'orientation : « plan mental » ou réflexe conditionné ?. 31

Chapitre II. — *Position du problème et définition du cadre expérimental* ..... 53

I. — Délimitation du cadre théorique ..... 53

II. — Problèmes abordés ..... 54

Chapitre III. — *Matériel et méthodes* ..... 61

I. — Matériel ..... 61

II. — Procédure expérimentale ..... 64

Chapitre IV. — *Résultats* ..... 69

I. — Orientation sans repères valides (∅) ..... 70

II. — Orientation selon une réponse motrice constante (Rm) ..... 73

III. — Orientation vers un lieu intérieur au labyrinthe (Li) ..... 76

IV. — Orientation vers un lieu extérieur au labyrinthe (Le) ..... 78

V. — Orientation vers un ensemble local (Le + Li) .. 80

VI. — Orientation selon une réponse motrice et vers un lieu extérieur au labyrinthe (Rm + Le) ..... 84

VII. — Orientation selon une réponse motrice et vers un lieu intérieur au labyrinthe (Rm + Li) ..... 89

VIII. — Orientation seln une réponse motrice et vers un ensemble local (Rm + Le + Li) ..... 93

CHAPITRE V. — *Discussion des résultats* ..... 99

I. — Constitution des repères locaux ..... 99

II. — Additivité des indices ..... 101

III. — Le rôle des repères locaux intérieurs au labyrinthe et la cotation des essais ..... 105

IV. — Apprentissage de lieu et apprentissage de réponse motrice ..... 113

V. — Fonction orientatrice des réponses motrices et des indices qu'elles fournissent ..... 117

VI. — Rôle des indices de réponse motrice et des repères de lieu dans l'orientation : synthèse finale ..... 131

CONCLUSION ..... 135

BIBLIOGRAPHIE ..... 141

# INTRODUCTION

## I. — Définition de l'orientation spatiale

En psychologie animale, l'orientation spatiale ne doit pas être confondue avec ce qu'on désigne actuellement par le terme de « réactions d'orientation », c'est-à-dire les taxies et les cinèses, qui sont des conduites de locomotion dirigée par un champ d'énergie physique ou selon le gradient de diffusion d'une substance chimique.

En fait l'orientation spatiale ne se caractérise pas seulement par sa direction : on la définit également en termes de lieux et de parcours. Elle implique en effet qu'on accorde un statut particulier à deux lieux au moins, celui de départ et celui d'arrivée, le fait d'aller de l'un à l'autre répondant à une motivation bien définie. De plus la conduite d'orientation spatiale s'effectue suivant un certain parcours qui n'a rien de prédéterminé et peut se modifier selon les changements susceptibles de survenir dans l'environnement où se meut l'animal, ainsi qu'avec sa répétition même par ce dernier.

Notons enfin que ce trajet se décompose en un aller et un retour, et que ces deux phases correspondent à deux motivations différentes.

Nous dirons donc qu'il y a orientation spatiale chez l'animal lorsque celui-ci peut apprendre à aller d'un endroit à un autre pour satisfaire un de ses besoins, le parcours correct étant celui qui permet de répondre à cette motivation.

## II. — Ethologie et laboratoire

Ainsi définie, l'orientation spatiale englobe des conduites aussi variées que certaines migrations ou que les apprentissages de labyrinthe réalisés au laboratoire.

Nous n'étudierons pas ici les migrations, qui constituent pourtant un intéressant exemple d'orientation. Evidemment, nous n'incluons pas sous ce vocable les conduites d'exode collectif que manifestent parfois les Criquets Pélerins ou les Lemmings : de tels départs en masse, sans point d'aboutissement précis ni retour, le plus souvent suivis d'ailleurs par la mort des migrateurs, ne répondent pas à notre définition. Par contre les migrations de nidification de certains Oiseaux, ou la remontée aux frayères chez le Saumon, peuvent être tenues pour des conduites impliquant une véritable connaissance des lieux. Quoi qu'il en soit, ce sont les recherches expérimentales sur l'orientation spatiale, effectuées dans les conditions du laboratoire, que nous avons choisi d'exposer, en terminant par la relation de nos propres expériences, également réalisées dans ces conditions.

Il est à noter que, contrairement aux éthologistes pour qui le *retour* a constitué l'objet d'étude principal (retour au gîte chez le Pigeon ou chez la Patelle (Cf. Daguzan [26]), ou migration de remontée du Saumon (Hasler, Horral, Wisby et Braemer [53]), les chercheurs de laboratoire ont toujours étudié des conduites d'*aller,* en épargnant à l'animal d'avoir à revenir à son lieu de séjour habituel, sauf très rares exceptions (Lukaszewska [92], [93], [94], [95]).

## III. — Repères et indices d'orientation

Dans les deux champs d'étude que nous venons de mentionner, c'est-à-dire sur le terrain et au laboratoire, l'un des principaux problèmes qui se pose au chercheur est celui de savoir quels sont les repères sur lesquels se guide l'animal, ou quels sont ses indices d'orientation.

### A) *Ethologie et études de perception.*

Tel est en tout cas, avec la question de la motivation du voyage d'aller et de celui de retour (Fontaine [40], [41]), le principal sujet de recherche en éthologie de l'orientation, au point de susciter le recours à des disciplines expérimentales de laboratoire.

Par exemple, les retours au nid chez le Pigeon Voyageur ont été observés de bien des façons, y compris par radio avec l'aide d'un avion (Michener et Walcott [104]), mais il a été si difficile de déterminer de la sorte quels pouvaient être les repères utilisés par l'oiseau qu'on a essayé de savoir par la méthode du *conditionnement operant* quelles données perceptives le Pigeon était capable de discriminer. Ainsi a-t-on mis à l'épreuve la théorie du repérage hélio-horaire de Kramer en conditionnant le picorage du Pigeon à des points plus ou moins écartés figurant des astres (Meyer [102]) ainsi qu'à la durée écoulée (Meyer [103]), Tel est le mode d'approche moderne et expérimental de ce qu'on a nommé autrefois « le mystérieux sens de l'espace » (Casamajor [21]).

Dans un tout autre domaine, c'est à l'*électrophysiologie* qu'il a été fait appel. Après que Wisby et Hasler [160] aient mis en évidence par occlusion des narines l'incapacité du Saumon à retrouver sa frayère, Ueda, Toshiaki et Gorbman [145] ont pu montrer que les réponses bioélectriques du bulbe olfactif du Saumon de montée sont maximum lorsqu'on les perfuse avec l'eau du ruisseau de frayère : ainsi a-t-on pu préciser quel message sensoriel permet la reconnaissance du lieu de ponte.

L'intérêt des éthologistes en matière d'orientation spatiale s'est donc surtout porté sur le problème physiologique de la pulsion migratoire et sur celui des données sensorielles qui servent de repères, car ils ne disposent guère des données qui leur permettraient d'envisager la solution d'autres questions, notamment celles qui sont relatives à la recherche de tels repères, et aux processus déterminant la réussite ou l'échec de l'orientation. C'est en effet un problème qu'on ne peut aborder dans les études « sur le terrain » : les difficultés d'observation et d'action sur le milieu sont trop grandes, et l'on doit se borner à des hypothèses, prenant parfois la forme de modèles probabilistes (Saila et Shappy [117]), que les études de laboratoire peuvent à leur tour vérifier et préciser (Kleerekoper [79]).

### B) *Expérimentation en laboratoire : apprentissage et indices d'orientation.*

Par contre les expérimentalistes, travaillant à une échelle plus réduite, maîtrisent mieux les conditions où il y a orientation et

peuvent notamment en considérer les *processus d'acquisition*, ce qui, tout en posant un nouveau problème, renouvelle par contrecoup celui des indices d'orientation.

En effet les deux questions sont liées, et nous verrons qu'on ne peut pas régler celle des indices indépendamment de l'adaptation progressive de l'animal à l'environnement, pas plus qu'en voulant étudier les modalités du trajet de l'animal ou le déterminisme de ses erreurs de parcours on n'échappe au problème de savoir quels sont ses repères spatiaux.

C'est qu'en effet la question s'est vite posée sous la forme suivante : la stéréotypie qu'on croit pouvoir déceler dans les parcours de l'animal suffit-elle à rendre compte de son orientation ? Dans ce cas les indices de réponse motrice correspondant à la séquence gestuelle ainsi réalisée sont suffisants. Ou bien au contraire l'orientation relève-t-elle d'un choix de repères constamment effectué dans l'ensemble des particularités locales de l'environnement où se meut le sujet ? Ceci impliquerait une grande plasticité des réponses constituant le parcours correct. Cette controverse entre proprioception et extéroception (vision notamment) recouvre la plupart des études expérimentales, depuis les premières recherches de privations sensorielles jusqu'à l'application récente du concept de discriminabilité des indices au problème de l'orientation spatiale, car elle concerne finalement le rôle accordé à l'activité du sujet dans la direction de ses déplacements, avec toutes les conséquences que cela implique sur le plan des théories de l'apprentissage.

Avant de voir plus en détail comment le problème s'est posé et comment il a évolué, disons enfin que nous nous sommes limités aux études réalisées avec le rat de laboratoire, qui était d'ailleurs notre sujet d'expérience. Les études sur les Fourmis (Schneirla [123]) ou sur les Blattes (Darchen [27]) sont intéressantes, mais elles sont loin de présenter la même diversité et d'apporter la même richesse d'information que celles qui ont été effectuées avec des rats.

CHAPITRE I

# HISTORIQUE DES RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR L'ORIENTATION SPATIALE

## I. — Vue d'ensemble sur l'évolution des travaux

Il n'est pas inutile de retracer l'historique des études expérimentales sur l'orientation spatiale, en y signalant l'occurrence répétée de recherches sur les repères d'orientation, afin de situer notre propre travail par rapport à ceux de nos devanciers. Avant d'entrer dans l'examen de ces diverses recherches, dont la multiplicité risque de faire perdre de vue les grandes lignes de l'évolution des conceptions en la matière, nous rappellerons brièvement quelles ont été ces dernières. Nous considérons pour notre part qu'on peut distinguer trois époques principales.

La première époque se caractérise par une approche presque physiologique du problème, c'est-à-dire qu'on a étudié l'orientation un peu à la manière d'un *arc réflexe,* en considérant plutôt sa possibilité de fonctionner ou non suivant l'intégrité de ses récepteurs, de ses centres et de ses effecteurs, que la manière dont ce fonctionnement devient possible avec l'exercice.

Les difficultés relatives que présente l'acquisition d'une conduite donnée ont été à l'origine d'études définissant la seconde époque, où l'on chercha les caractéristiques innées des conduites de locomotion, sortes de *schèmes moteurs* spécifiques, tels que la « tendance à alterner », qui rendent l'apprentissage de certains parcours plus facile ou plus difficile que celui d'autres parcours.

Ce type d'études a donné lieu à de nombreux travaux, mais l'échec qu'ont finalement éprouvé les chercheurs à rendre compte de la sorte

des phénomènes d'orientation les a conduits à étudier tout particulièrement l'aspect d'*apprentissage* de ces derniers. Il y eut d'abord une période, dont WATSON fut le principal représentant, et où la *loi de l'exercice* de THORNDIKE fut presque le seul facteur d'acquisition à être pris en considération. Mais rapidement ce fut la *loi de l'effet* qui s'avéra être la plus importance, et sur cette base commença une fructueuse controverse entre ceux qui, comme HULL, assimilant l'orientation aux réflexes conditionnés, et ceux, qui comme TOLMAN, pensaient y déceler l'existence de structurations cognitives complexes.

Au cours de ces trois étapes, le problème s'est posé de savoir par rapport à quels stimulus s'établissaient les réponses d'orientation de l'animal, et notamment s'il s'agissait d'un parcours appris comme une succession de réponses motrices, ou d'un déplacement jalonné par des repères locaux. Toutefois c'est surtout à l'occasion de la discussion des thèses tolmaniennes que les travaux en cette matière ont été les plus nombreux et ont abouti au point ultime de la controverse : c'est pourquoi nous les examinerons tout particulièrement.

## II. — Recherches concernant les informations sensorielles qui guident l'orientation

Comme nous l'avons dit, les premiers travaux semblent avoir pour but principal l'investigation des composants de l'arc réflexe mis en jeu. Considérant que le rat normal et intact pouvait apprendre à se diriger dans un labyrinthe aussi complexe qu'une réduction à son échelle de celui du palais de Hampton Court (SMALL [127]), on ne se posait guère la question de savoir comment et de quelle manière il y parvenait, mais bien plutôt celle de savoir à quelle condition cette performance était possible ou le restait. La première hypothèse proposée fut la suivante : le parcours correct se réduit à l'association d'une séquence de réponses motrices, et ce sont donc les indices kinesthésiques qui, à eux seuls, guident le rat (CARR et WATSON [20]; WATSON [153], [154]).

Afin de soumettre cette hypothèse, ou toute autre, à l'expérience, on pouvait modifier les messages afférents ou efférents, ou bien le fonctionnement des centres nerveux. Pour celà, deux méthodes ont été utilisées : celles qui prenaient pour variable l'organisme lui-même, en détruisant certaines parties de son appareil sensoriel ou de son sys-

tème nerveux, et celles qui au contraire jouaient sur l'environnement expérimental proposé au rat pour s'y orienter.

Voyons à quels résultats elles ont abouti.

## A) *Sections et ablations.*

### 1) *Privations sensorielles.*

Ce type d'expérience a été fréquemment réalisé : des rats ont été aveuglés (Carr [18]; Dashiell [29]; Dennis [35], [36]; Honzik [60]; Lindley [90]; Weaver et Stone [156]) ou rendus anosmiques (Carr [18]; Liggett [89]; Lindley [90]; Vincent [148]) ou bien sourds (Honzik [60]); on leur a coupé les vibrisses (Dennis [35]; Honzik [60]; Vincent [147]) ou on leur a lésé les voies ascendantes médullaires (Ingebritsen [73]; Lashley et Ball [87]; Lovett [91]). Si nous résumons brièvement les résultats obtenus, nous pouvons dire que la suppression d'aucune des informations sensorielles ainsi réalisées ne s'est avérée empêcher définitivement la possibilité d'orientation correcte. Les lésions des cordons médullaires proprioceptifs notamment, qui abolissent ou troublent pour le moins les messages afférents de la motricité, n'empêchent pas le rat de s'orienter, ce qui contredit l'hypothèse watsonienne dans ce qu'elle pouvait avoir d'absolu : la kinesthésie n'est pas le seul guide de l'orientation; cependant on ne doit pas en conclure pour autant qu'elle soit inutile. Quoi qu'il en soit, il apparaît nettement que des suppléances peuvent se produire entre modalités sensorielles distinctes, pour que l'orientation se réalise quand même.

D'ailleurs, on constate également que si plusieurs modalités sensorielles sont atteintes simultanément, ces suppléances ne peuvent s'effectuer, et il peut y avoir impossibilité d'orientation : le déficit est en gros proportionnel à la perte globale d'afférences, jusqu'à un certain seuil de privation sensorielle, où l'orientation n'est plus possible du tout. C'est ainsi que la plupart des rats à la fois aveugles et anosmiques de Lindley [90] ne s'orientent plus, et aucun des rats à la fois aveugles, sourds et anosmiques de Honzik [60] n'y parvient non plus. Cependant on ne saurait conclure de ces expériences de privation que la ou les modalités de réception subsistantes, et notamment la kinesthésie, ne servent pas à guider le rat lorsque celui-ci n'a subi aucune lésion : on peut seulement dire qu'à elles seules elles n'y suffisent pas.

En fait, ce type d'expérience aurait donné des résultats non équivoques si la suppression d'une seule modalité sensorielle avait définitivement empêché toute orientation, et si la suppression de toutes les réceptions sauf celle-là l'avait laissée subsister. Rien de semblable ne se produit, et ni la vue, ni la kinesthésie ne peuvent être considérées comme la seule base de l'orientation spatiale chez le rat.

2) *Lésions de centres nerveux.*

Ces expériences font apparaître des résultats du même ordre que les précédentes (Lashley [85], [86]) : l'ablation d'aires de réception primaires n'empêche pas que l'orientation se réalise, quoique ce traitement s'avère détériorer davantage la performance, par rapport à celle de l'animal intact, que ne le fait la simple ablation sensorielle correspondante (Honzik [60]. Par contre la privation d'une surface de cortex primaire ou associatif, trop étendue, détermine l'impossibilité de s'orienter. Dans ces ablations de cortex, on met en jeu deux effets : l'un concerne la réception correspondant à une modalité sensorielle définie, et l'autre la possibilité d'activation diffuse de tout le cerveau, de sorte qu'en voulant supprimer trop de messages afférents par exérèse d'aires primaires, c'est la fonction de vigilance qu'on atteint.

D'une manière générale, toutes ces expériences portant atteinte à l'intégrité physiologique du sujet sont passibles de bien d'autres critiques. En effet, l'animal développe, durant le temps que dure sa guérison post-opératoire, des *vicariances sensorielles* donnant à une modalité de réception donnée une importance qu'elle n'a pas dans les processus normaux d'orientation de l'organisme intact. Un exemple frappant nous en est fourni par une contradiction apparente des résultats de deux chercheurs. Higginson [58] fait apprendre un labyrinthe dans l'obscurité à des rats, puis retourne celui-ci dans la pièce de travail, toujours dans le noir, et ne constate aucun trouble de l'orientation consécutif à cette inversion des repères de lieu. Ce résultat n'a rien qui puisse surprendre, et pourtant Honzik [60] trouve l'inverse. Il fait apprendre au jour son labyrinthe par des rats aveugles, puis le retourne dans la pièce, et constate que ceci gêne la performance : il en conclut justement que les repères locaux ne sont pas seulement visuels, mais auditifs, et que les rats sont désorientés par les différences d'échos, car ils ont développé leur écholocation après aveuglement. Longtemps après, Dashiell [29] a vérifié le même phénomène chez les rats aveuglés;

Riley et Rosenzweig [111] et Taylor [131] ont constaté la possibilité de développer par entraînement l'usage de cette modalité sensorielle chez le rat.

C'est pourquoi il nous paraît beaucoup plus légitime d'ôter certaines informations sensorielles en modifiant la situation qu'en mutilant l'organisme; or, c'est ce qui définit la seconde méthode, dont nous allons maintenant considérer les résultats.

## B) *Labyrinthes de divers types.*

### 1) *Suppression des repères visuels.*

Tel a été le premier but de ce type d'études, qui a conduit tout d'abord à comparer la difficulté des parcours effectués dans des labyrinthes identiques quant au plan, mais dont les allées étaient en gorge (« alley-maze ») ou en saillie (« elevated maze ») (Miles [105]), ou à section convexe ou concave (Kunicka, Krzywicka et Salomon [84]). Notons que les parois du labyrinthe à gorge privent bien le rat de la vue des objets avoisinants, mais il n'est pas exclu qu'elles ne lui fournissent pas d'autres repères. Miles ne constate pas de différence de difficulté dans l'apprentissage des deux types de labyrinthe, et conclut que la kinesthésie seule suffit à l'orientation, puisque la vision n'intervient guère, pense-t-il, dans le labyrinthe à gorge. Notons cependant que le plan de son appareil est tellement compliqué que même un sujet humain n'y suit du regard qu'avec peine le chemin correct. Au contraire Kunicka *et al.* [84] ainsi que Commins [24] constatent avec des appareils plus simples que le labyrinthe surélevé est appris deux fois plus vite que celui qui est en gouttière : le rôle des repères visuels est donc important.

Dans ces expériences il s'agissait de savoir si le rat peut apprendre à s'orienter quand les repères locaux dont il dispose sont réduits. Un autre type d'approche expérimentale consiste à lui faire acquérir une orientation donnée avec de nombreux repères, puis à le priver de ceux-ci et à vérifier si l'orientation subsiste alors. Ainsi Honzik et Tolman [61] placent-ils tout d'abord leur labyrinthe surélevé en forme de lettre T dans une pièce ordinaire, puis, après que le rat ait atteint un certain critère d'apprentissage, sous une tente de mousseline : l'animal se dirige très mal au cours de cette épreuve.

Walthall [151] a repris cette expérience et l'a complétée en réalisant l'épreuve inverse : l'apprentissage a lieu dans un environnement apprauvri en repères, et l'épreuve-test se déroule ensuite dans une pièce ordinaire : le rat est encore plus troublé par ce changement que par celui que lui faisaient subir Tolman et Honzik. Ce résultat s'explique d'ailleurs assez bien selon la théorie de Blodgett et Mc Cutchan, dont nous parlerons plus loin. Quoi qu'il en soit, il apparaît d'après ces expériences que les repères locaux jouent un rôle nécessaire dans l'orientation, mais on ne peut en déduire qu'il soit suffisant et que les indices de réponse motrice soient sans utilité pour le rat qui doit retrouver son chemin.

2) *Modification de la réponse motrice.*

Elle a été réalisée de façon élégante par Mc Farlane [99] qui a constaté un fort transfert positif d'apprentissage entre l'orientation dans un labyrinthe ordinaire en gorge et la même performance dans le même labyrinthe rempli d'eau : le rat passe de la marche à la nage sans en paraître désorienté, ce qui prouve que la séquence de réponses motrices ordinairement effectuée reste très malléable et que le parcours correct est guidé par d'autres indices que par la seule kinesthésie.

3) *Suppression des indices de réponse motrice.*

Ces essais de suppression des indices de réponse motrice sont de réalisation récente, mais nous les traiterons maintenant dans le cadre de cet historique qui n'est pas tant basé sur la chronologie des expériences que sur la succession des problèmes et des conceptions envisagés tour à tour par les chercheurs. Or, bien que l'élaboration théorique de la question de l'orientation spatiale ait déplacé le problème à l'époque où les recherches dont nous allons parler ont été faites, elles ressortissent cependant au même point de vue que celui qui animait les premiers auteurs.

On a donc pensé pouvoir aborder le problème de l'utilisation des indices spatiaux en amoindrissant ou en supprimant le fonctionnement des indices de réponse motrice, pour en éprouver l'influence sur la performance d'orientation.

a) *Non-exercice moteur au cours du développement; expériences de confinement.*

Hymovitch [72] et Forgays et Forgays [42] ont élevé des rats dans des cages individuelles étroites limitant beaucoup l'exercice de la motricité, puis les ont comparés à des rats témoins du même âge dans un labyrinthe simple mettant en jeu, à titre de repères valides, aussi bien les indices de réponse motrice que les repères locaux. Ils ont constaté, comme on peut s'y attendre, une moindre performance chez les rats non exercés, mais ils ont également obtenu le résultat suivant : si la cage de confinement n'est pas laissée toujours au même endroit, mais si au contraire elle est souvent changée de place, et par exemple mise de temps à autre dans une cage normale où se trouvent plusieurs autres rats, puis en divers points de la raterie, le retard constaté chez les rats confinés par rapport aux témoins est bien moindre, et souvent nul. Il suffit en somme que l'animal ait pu bénéficier d'une riche expérience visuelle, la même que lui aurait procurée la possibilité de se déplacer de lui-même en divers lieux, pour qu'il sache s'orienter facilement. Il y a en tout cas, ici encore, suppléance de l'apport d'information d'un domaine sensoriel par un autre. La preuve en est que cette vicariance ne peut s'effectuer si on refait l'expérience avec des rats aveugles. Nous retrouvons donc ici encore la même difficulté que nous avons signalée plus haut : il est difficile de savoir ce qui se passe chez le sujet normal, car l'animal privé de mouvement, et donc d'indices kinesthésiques, peut y suppléer par une information visuelle accrûe, si on lui en donne l'occasion.

b) *Non-usage des réponses motrices dans l'apprentissage d'orientation; expériences de transport passif.*

Le précédent reproche ne peut être adressé aux recherches dont l'exposé va suivre, et qui sont dûes à une suggestion de Thorndike [134].

Gleitman [49] place des rats dans un petit wagon à trolley, suspendu à la hauteur où doit se trouver ensuite un labyrinthe surélevé en forme de T. Dans ce wagon, le rat reçoit un choc électrique continu, qui débute là où se trouvera l'une des extrémités de la branche horizontale du T, et cesse là où se trouvera l'autre extrémité. Après quelques voyages dans le trolley, on enlève cet appareil et on le remplace par le labyrinthe, où l'on introduit le rat par la branche verticale du T : l'animal se dirige alors vers le but correspondant à la cessation du choc

qu'il recevait dans le trolley, et jamais du côté où ce choc commençait. Il semble donc que des repères de lieu soient associés à la « punition » ou à sa cessation, sans intervention d'aucune composante motrice.

Il est cependant intéressant de noter que le résultat que nous venons de décrire ne s'obtient que s'il y a coïncidence de la branche horizontale du T avec le parcours du trolley; si ce parcours ne coïncide que par son départ (début du choc) ou son arrivée (fin du choc) avec l'une des extrémités du T, le rat se dirige au hasard d'un côté ou de l'autre quand il arrive au carrefour : il lui manque en ce point une donnée en quelque sorte vectorielle, et il ne semble donc pas qu'un lieu soit connu indépendamment du déplacement qui y mène.

McNamara, Long et Wike [101], de leur côté, ont fait apprendre un labyrinthe en forme de T à deux groupes de rats : à chaque sujet du groupe contrôle correspondait un sujet du groupe expérimental « binômé » avec lui. Les sujets contrôles apprenaient selon la méthode de parcours libre (« correction method »), ce qui veut dire qu'ils étaient libres d'errer dans l'appareil jusqu'à y trouver la nourriture. Les sujets expérimentaux étaient placés dans un petit wagon à roulettes dirigé par l'expérimentateur qui lui faisait reproduire à chaque essai le parcours, correct ou non, effectué à l'essai correspondant par leurs « binômes » respectifs du groupe contrôle. L'expérience extéroceptive des rats des deux groupes était donc la même, mais la composante motrice pouvait être présente (groupe contrôle) ou absente (groupe expérimental). Lorsque les sujets contrôles ont atteint le critère d'apprentissage, les sujets correspondants du groupe expérimental ont été mis à l'épreuve, en ce sens qu'on les a placés au point de départ sans leur véhicule accoutumé : or ils se sont orientés sans mal, du moins quand l'expérience avait lieu dans une pièce ordinaire offrant suffisamment de repères. Par contre, si l'expérience avait lieu dans une pièce entièrement tapissée de noir, la performance du groupe expérimental était nettement moins bonne que celle du groupe contrôle. Ainsi donc, quand les repères locaux sont assez nombreux, ils suffisent à guider l'orientation, mais en leur absence les indices de réponse motrice peuvent efficacement les remplacer.

Dodwell et Bessant [37] ont refait une expérience semblable à la précédente, en utilisant un labyrinthe complexe à gorge rempli d'eau, dans lequel les rats devaient nager ou bien pouvaient être poussés par l'expérimentateur sur un petit radeau. Leurs résultats sont comparables à ceux de McNamara *et al.*

Ces expériences paraissent donc bien démontrer que, si l'environnement offre des repères visuels, ces derniers suffisent à guider l'orientation sans que la composante de motricité soit nécessaire et donc, pensent les auteurs, sans utilisation des indices de réponse motrice. Mais c'est là qu'il faut être prudent : certes, les rats n'ont pas marché ni nagé, et leur proprioception musculaire et tendineuse n'a pas été sollicitée, mais il existe une proprioception de l'oreille interne, relative aux positions du corps et à ses déplacements : n'a-t-elle pas joué son rôle et fourni au rat des indices de réponse, ou du moins leurs équivalents résultant du même déplacement ?

C'est Beritoff [5] qui répond à cette question, par l'affirmative. Il a transporté des Chiens, les yeux bandés, dans une poussette qui décrit un parcours coudé, jusqu'à l'emplacement de nourriture. Si on dépose le chien à terre au point de départ, une fois qu'il a été transporté ainsi un certain nombre de fois au préalable, l'animal décrit de lui-même le parcours coudé correct, bien que ses yeux soient toujours bandés. Mais ceci lui est complètement impossible après lésion des récepteurs de l'oreille interne. Ainsi donc les rats que les auteurs américains ont transporté de diverses manières ont probablement bénéficié de données proprioceptives : ils ont eu la même information sensorielle par l'oreille interne que s'ils avaient eux-mêmes effectué le parcours que l'expérimentateur leur a fait décrire.

Pour bien contrôler l'usage des diverses sources d'information dont dispose l'animal, il apparaît donc très difficile de supprimer l'une ou l'autre, ou de tenter de ne pas les solliciter.

### C) *Conclusion.*

A partir de toute cette première lignée de travaux, il s'avérait donc difficile de conclure relativement à la prépondérance d'utilisation d'un type particulier d'information sensorielle : la controverse opposant le rôle de la kinesthésie à celui de la vision et du toucher notamment, restait sans conclusion. En fait, il était plus intéressant encore de constater que le rat peut remplacer un apport d'information sensorielle par un autre, et que, s'il paraît manifester une utilisation préférentielle, elle dépend du matériel utilisé dans l'expérience.

Laissant donc de côté ce genre de problème, un certain nombre de chercheurs se sont plutôt tournés vers l'étude des difficultés rela-

tives présentées par certains parcours, mais ils ont retrouvé finalement le problème des informations utilisées pour l'orientation, comme nous allons le voir.

## III. — Erreurs de parcours et tendances motrices

Nous classons sous ce titre tout un ensemble de travaux qui n'ont pas considéré en soi les processus d'apprentissage du parcours correct, mais se sont bien plutôt efforcés d'analyser les difficultés rencontrées dans une telle acquisition.

### A) *La déviation centrifuge.*

Nous ne mentionnons que pour mémoire la première hypothèse, très mécaniste, relative au rôle de la force centrifuge (« centrifugal swing ») qui peut dévier dans un certain sens la course du rat après qu'il ait pris un tournant, et déterminer ainsi le sens dans lequel tournera l'animal au carrefour suivant, du moins suivant des auteurs tels que Ballachey et Buel [3]. En fait il n'est pas possible de se baser sur ce facteur pour rendre compte des difficultés relatives présentées par chaque carrefour, comme l'ont démontré Witkin et Schneirla [161] chez le Rat, puis Iwahara [74] chez le Cloporte.

### B) *La latéralisation.*

Les chercheurs avaient remarqué assez tôt que, dans un labyrinthe complexe, certaines impasses sont plus fréquemment à l'origine d'erreurs que d'autres, soit pour l'ensemble des rats, soit pour chaque animal particulier. Une des premières hypothèses proposées pour rendre compte de ce phénomène fut que chaque sujet avait tendance à donner une réponse motrice de tournant au carrefour qui était latéralisée, soit à droite soit à gauche, et qu'il s'ensuivait une probabilité d'erreur plus forte pour les impasses situées du côté correspondant à cette latéralisation que pour celles qui étaient situées de l'autre côté.

Cette hypothèse fut mise à l'épreuve sur des labyrinthes simples : Gengerelli [44] utilisait deux unités en forme de T se faisant suite, Yoshioaka [162], [164] employait un dispositif en forme de lettre Y, et Shen [125] une simple allée droite. Les premières conceptions ont été très mécanistes, c'est-à-dire qu'on cherchait un support anatomique à l'« asymétrie » des réponses. C'est ainsi que Yoshioaka cherchait à établir une corrélation entre le sens de la courbure des os de la face et la latéralisation des réponses; récemment même (McKay [100]) on a recherché un effet semblable chez le Pagure, Crustacé fortement asymétrique, quand on le place dans un labyrinthe en forme de Y. Comme l'on s'en doute, rien de concluant ne s'est dégagé de tels essais.

Shen, lui, fit des expériences incluant des privations sensorielles : aveuglement et section de vibrisses; ces traitements ne modifièrent pas le caractère « gaucher » ou « droitier » des rats qui se trouve, par contre, en bonne corrélation avec l'usage préférentiel d'une patte ou de l'autre pour appuyer sur un levier : Shen en conclut qu'il s'agit d'un trait d'organisation motrice centrale. Nous voyons que cet auteur s'était donc posé la question de savoir à quels stimulus correspondait la latéralité des réponses; cependant l'étude de la latéralité devait rapidement être abandonnée pour celle de l'alternation, au sujet de laquelle cependant le même type de question s'est finalement posé, comme nous allons le voir.

### C) *L'alternance.*

En effet Gengerelli [45] s'aperçut vite que dans son dispositif la latéralité était beaucoup moins prononcée au second carrefour qu'au premier et que, si l'on rajoutait une troisième unité, le rat tendait plutôt à tourner en sens inverse du premier tournant. Obligeant alors le rat (procédure d'essais forcés ou guidés) à tourner cinq fois de suite du même côté dans un labyrinthe en forme de T, il observa que lors du sixième essai, libre celui-là, l'animal tournait du côté qui lui avait été interdit jusque là.

Il peut sembler difficile d'avoir pu faire admettre à cette époque la « tendance à l'alternance » car les chercheurs qui avaient déjà voulu la faire *apprendre* à des rats en avaient souligné la difficulté et même l'impossibilité (Carr [19]; Hunter [70]). Cependant les études d'alternance spontanée connurent tout de suite un grand développement, dans

l'étude duquel nous n'entrerons pas, car il s'agit d'un sujet de recherche issu de celui de l'orientation spatiale, mais qui ne se confond pas avec lui; nous mentionnerons simplement deux points.

Tout d'abord il fut vite mis en évidence que le taux d'alternance est d'autant plus élevé que l'intervalle entre deux essais successifs est plus court (Dember et Fowler [34]; Heathers [54]; Montgommery [106]; Wayne [155]; Zeaman et House [165]). Ceci a eu pour conséquence de faire respecter certaines règles dans la façon de mener les expériences d'orientation dans le labyrinthe en forme de T (Thompson et Thompson [133]), de façon à ce que la tendance spontanée à tourner alternativement dans l'un et l'autre sens au carrefour ne risque pas de gêner l'apprentissage d'une orientation basée sur la constance même de la réponse motrice requise en ce point : il faut que les essais successifs d'un même rat soient assez largement distribués dans le temps, deux minutes étant un minimum.

Mais, et ceci est le second point à signaler, s'agit-il bien d'une tendance à donner la réponse motrice inverse de celle qui a été donnée lors de l'essai précédent ? C'est ici que nous retrouvons le problème des informations sensorielles auxquelles répond l'animal. Montgommery [107] a pu montrer élégamment que ce sont les repères locaux qui déterminent l'alternance dans un labyrinthe en T, beaucoup plus que la latéralité de la dernière réponse motrice donnée. Cet auteur a utilisé un labyrinthe en forme de croix, ou de T à double entrée (Fig. 1). Après avoir fait exécuter au rat plusieurs parcours forcés identiques au cours de quelques essais successifs, en utilisant toujours la même branche d'introduction, et en le faisant aller toujours dans la même branche de but en tournant dans le même sens, il lui a donné un essai-test en parcours libre dont le point de départ était l'autre branche d'introduction : si le rat avait inversé sa réponse motrice, il serait retourné dans la même branche de but que précédemment, et donc au même lieu. Or, dans la plupart des cas, l'animal tourne dans le même sens qu'antérieurement, et ne change donc pas sa réponse motrice; par contre il pénètre ainsi dans la branche de but où il n'avait encore pu aller. Cette expérience est typique des études modernes dans ce domaine par la simplicité de son matériel et le caractère crucial de l'épreuve expérimentale.

Par la suite, Estes et Schoeffler [39] et Walker, Dember, Earl et Karoly [150] ont conclu dans le même sens que Montgommery, et Dember [33], Douglas [38], House [62] et Sutherland [130] ont

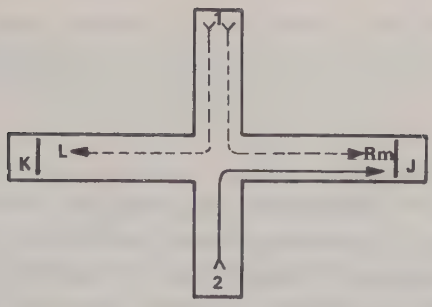



FIG. 1

*Labyrinthe en croix utilisé par Montgommery [107] : le rat est d'abord introduit un certain nombre de fois par la branche n° 2 et, la branche K se trouvant bouchée ainsi que la branche n° 1, il est obligé d'aller en J. Ensuite on l'introduit en 1 en n'obstruant que 2 : si le rat choisit au carrefour la direction J à nouveau, il tourne a gauche et non plus à droite, et il alterne donc son sens de réponse motrice (trajet Rm); mais s'il va en K, il tourne toujours dans le même sens qu'au cours des parcours préliminaires, pour aller cette fois dans un lieu différent (trajet L)*

encore repris et précisé ces données qui opposent l'hypothèse de la « stimulus satiation » (satiété de stimulation) selon laquelle les repères locaux jouent le rôle prédominant dans l'alternance, à celle de l'« inhibition réactive », issue des théories de Hull, selon laquelle ce sont les indices de réponse motrice qui déterminent au contraire cet aspect de la conduite. Sans entrer dans le détail de ce débat, dont nous étudierons plus loin la forme originelle au sujet de l'orientation elle-même, nous voyens que la question de la nature extéroceptive ou proprioceptive des stimulus qui orientent les déplacements de l'animal se pose finalement toujours, même lorsqu'on croit n'avoir pas à l'étudier.

### D) *La tendance à aller droit devant soi.*

Les études d'alternance ont inspiré à DASHIELL [28] une conception assez mécaniste de l'orientation spatiale. Cet auteur avait observé que dans un « labyrinthe » constitué d'une enceinte carrée garnie de 25 plots ou piliers, le rat lâché à un angle du carré apprend à se rendre à l'angle opposé en suivant la route la plus économique, c'est-à-dire la diagonale; le rat décrit ce parcours d'une façon assez variable d'une fois à l'autre, en alternant ses détours à droite et à gauche face aux plots pour conserver sa direction intiale. DASHIELL en concluait à une

« tendance à aller droit devant soi » (« forward going tendancy ») qui pouvait rendre compte des difficultés particulières présentées par certaines impasses dans un labyrinthe complexe (Dashiell et Bayroff [30]).

En fait Brigden [15] a montré que cette conduite de couper court par la diagonale ne ressortissait nullement à une tendance motrice innée : elle est au contraire acquise, et ne survient qu'après un stade où le rat suit les parois de l'enceinte carrée au lieu de se glisser entre les plots; il régresse d'ailleurs à ce stade après avoir reçu un électrochoc (Muhlan et Stone [109]). D'autre part l'animal peut apprendre à trouver sa nourriture au milieu de l'enceinte, auprès du pilier central : dans ce cas, c'est là qu'il va, et *reste* pour manger, sans aucune tendance à poursuivre sa route droit devant lui. Cette critique montre qu'il ne faut pas, dès l'abord, considérer les conduites observées comme des schèmes réactionnels, mais en considérer les éventuelles modalités d'*apprentissage*, et tenir compte alors de la *motivation* du sujet : ces deux principes vont dominer les théories que nous allons exposer plus loin.

Auparavant, il n'est peut-être pas inutile cependant de rapprocher la conception de Dashiell, ou du moins la conduite qui l'a inspirée, de certaines autres conduites surprenantes. Ainsi, on a constaté que des rats non motivés par la faim ou la soif apprennent spontanément à parcourir de bout en bout un labyrinthe complexe, simplement parce que ce serait « le plus long parcours sans retour en arrière » (McCorquodale et Mehl [97]). Mais alors la « tendance » à aller droit devant, ou à ne pas rebrousser chemin, est conçue comme une motivation comparable aux autres, et non comme un mécanisme d'apprentissage d'orientation. Or, effectivement, cette conduite est troublée par le retournement à 180° du labyrinthe qui modifie la position des repères locaux et leur correspondance aux indices de réponse motrice coutumiers (Thacker [132]) : elle n'est donc pas uniquement l'expression d'un schème inné de motricité, mais elle est acquise pour satisfaire un certain besoin, et ici encore nous retrouvons le problème de savoir par rapport à quels stimulus s'oriente le rat.

## IV. — L'enchaînement des réponses motrices par répétition du parcours correct (Watson)

L'élaboration des interprétations concernant le comportement animal doit au Canon de Morgan une grande sûreté mais également une grande lenteur dans le rejet des hypothèses fausses, car il faut éliminer bien des conceptions excessivement mécanistes avant de pouvoir mettre en cause des processus plus complexes et pourtant plus vraisemblables. C'est ainsi qu'ont été finalement abandonnées les hypothèses cherchant à rendre compte des phénomènes d'orientation par des tendances motrices innées, au profit des conceptions émises au sujet des mécanismes d'acquisition de l'orientation.

Mais à ce niveau encore, les premières théories étaient résolument mécanistes : il s'agit de celles de Watson, que nous allons considérer maintenant parce qu'elles ont constitué une occasion de plus de poser le problème des stimulus qui guident l'orientation correcte.

### A) *Rappel de la théorie de Watson.*

Pour Watson, c'est la loi de l'exercice (« law of use ») de Thorndike qui rend compte des phénomènes d'apprentissage comme celui d'orientation dans un parcours complexe. Notamment, c'est la loi de fréquence qui explique l'évitement des impasses; en effet les conduites les plus souvent répétées auraient le plus de probabilité de se répéter encore au détriment de celles qui apparaissent moins fréquemment : or le chemin correct est nécessairement parcouru à chaque essai par le rat, pour qu'il parvienne jusqu'au but, tandis que toutes les impasses ne le sont pas obligatoirement. Il s'ensuit que plus on donne d'exercice au rat dans le labyrinthe, et plus il est probable qu'il parcourra la bonne voie, sans entrer dans les impasses. De la sorte, les réponses motrices correctes finissent par se suivre sans hiatus spatio-temporel dûs aux erreurs, et s'associent par contigüité (loi de récence). A cette concaténation d'indices kinesthésiques se réduit en somme l'acquisition de l'orientation correcte.

Deux aspects sont donc à distinguer dans cette théorie, bien qu'ils soient complémentaires : il y a d'une part le mécanisme d'apprentissage

basé sur la loi de l'exercice, et d'autre part le rôle accordé à la kinesthésie.

## B) *Discussion de la théorie de Watson.*

### 1) *Mécanisme d'apprentissage.*

a) Sur le *plan théorique,* WILSON [159] conteste le raisonnement exposé plus haut, disant qu'il n'est valable que si le parcours correct est effectué dans 100 % des cas, avec ou sans erreur, si l'on veut rendre compte de 100 % de succès finaux. Or, dans un labyrinthe en forme de T, le rat qui se dirige initialement au hasard n'a que trois chances sur quatre de parvenir au but, directement ou indirectement (FIG. 2) : comment pourra-t-il jamais dépasser, selon l'application que fait WATSON de la loi de l'exercice, ce palier de 75 % de chances de se rendre directement au lieu correct ?

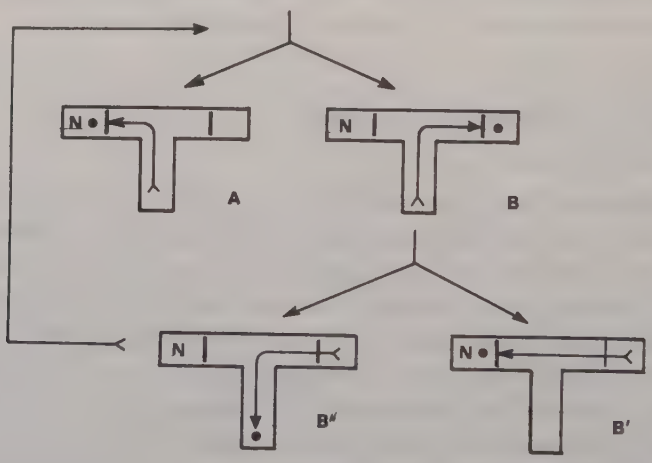



FIG. 2

*Diagramme exposant la théorie de Wilson [159] selon laquelle le rat placé dans un labyrinthe en T a initialement, en se dirigeant au hasard 3 chances sur 4 de parvenir au but N (A + BB' = 1/2 + (1/2 × 1/2) = 3/4) mais également 1 chance sur 4 (BB" = 1/2 × 1/2 = 1/4) de revenir à son point de départ*

Il convenait de rapporter cette objection, mais elle nous parait spécieuse, car tout dépend de ce qu'on définit comme un essai (« trial »), ou comme un parcours (« run »). A notre avis, même en admettant que

le rat ait bien une chance sur quatre de revenir à son point de départ, il peut ensuite repartir, donner la réponse correcte et trouver le but avec la « récompense » : c'est cela qui termine l'essai, et il s'agit là d'une définition opérationnelle adoptée par tous les auteurs. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point à propos des procédures « avec » et « sans correction »; quoi qu'il en soit, dans notre exemple, le rat peut parcourir B-B"-A (Fig. 2), et c'est là une séquence comportant un retour au point de départ (« retracing ») qu'on observe souvent.

b) Sur le *plan expérimental,* les critiques sont plus sérieuses. C'est ainsi qu'on a cru pouvoir accélérer le processus d'apprentissage en bouchant les impasses et en obligeant le rat à effectuer d'emblée le parcours correct : si celui-ci est appris du simple fait de sa répétition, les réponses correctes étant associées par contigüité les unes aux autres, on doit pouvoir ensuite ouvrir les impasses sans que le rat risque d'emprunter ces voies où il ne s'est jamais introduit. Or, si ce guidage forcé (« guidance ») a parfois paru diriger ensuite le choix de la route du rat, notamment dans le labyrinthe à plots de Dashiell (Gilhousen [47]), par contre il a échoué dans la plupart des cas (Koch [80]; Lundgate [96]; Tsai [144]). Cet échec se constate aussi bien si on ouvre les impasses une par une (« gradual withdrawal ») qui si on les ouvre toutes à la fois (« abrupt withdrawal ») : le rat commet alors autant d'erreurs qu'il en peut commettre et visite ces nouvelles voies, ce qui est d'ailleurs en accord avec la mise en évidence de son besoin d'exploration (Montgommery [108]).

2) *Indices d'orientation.*

Nous avons déjà mentionné deux résultats expérimentaux qui contredisent l'assertion de la fixation d'une séquence déterminée de réponses motrices. Il s'agit, d'une part de la variabilité des trajets parcourus dans le labyrinthe de Dashiell (Brigden [15]; Dashiell [28]), et d'autre part de la facilité avec laquelle le rat passe d'un parcours de marche à un parcours de nage (McFarlane [99]). Mais a-t-on trouvé des résultats qui soient, par contre, nettement favorables à la théorie de la chaîne de réflexes ?

En voici un qui semble l'être : Kunicka *et al.* [84] ont fait apprendre un labyrinthe simple à quatre rats, puis ils ont placé la nourriture, non pas en fin de parcours, mais au milieu : or leurs rats ne se sont pas

arrêtés en ce point pour manger, mais ils ont effectué entièrement leur course accoutumée, comme s'il y avait « redintégration » de toute la séquence motrice apprise une fois qu'elle est amorcée. En fait le rat poursuit son chemin dans ce cas en *transportant* la nourriture trouvée en cours de route, ce qui est un comportement particulier. Nous avons pu montrer qu'il dépend d'une motivation secondaire, à savoir retrouver les conditions *locales* habituelles à la consommation alimentaire (Cohen-Salmon et Blancheteau [22], [23]) : c'est pour cela que le rat termine le parcours, et nullement par stéréotypie motrice. D'ailleurs ces auteurs polonais étaient embarrassés pour conclure dans un sens watsonnien, car ils avaient observé que les rats auxquels on offrait l'occasion de passer par un petit « pont » permettant d'éviter un détour dans le parcours empruntaient ce raccourci (« short-cut ») sans difficulté : cela supposait que la chaîne de réflexes n'ait rien de contraignant.

Mais voici par contre trois résultats, choisis parmi bien d'autres parce qu'ils ont été obtenus par des techniques très diverses, qui montrent que la kinesthésie, à elle seule, ne suffit guère à apprendre un parcours.

Dennis [36] a constaté qu'un rat qui doit parcourir un couloir droit, puis traverser ensuite un vaste espace nu tout en conservant la direction initiale du couloir, ne parvient à réussir cette performance et à s'orienter vers le point d'arrivée correct que s'il peut voir : dans l'obscurité les déviations atteignent 40° par rapport à la direction correcte. Mais il est vrai qu'il ne s'agit là que de différences faibles par rapport à l'opposition que représente un tournant à droite par rapport à un tournant à gauche dans un labyrinthe en T.

C'est une telle distinction que Hamill [52] a soumise à l'épreuve expérimentale : il fait apprendre un labyrinthe complexe à des rats, puis les place dans un labyrinthe symétrique en miroir du premier : les segments sont de même longueur, mais le sens correct des réponses de tournant aux carrefours est l'inverse de celui qui a été appris. Une détérioration complète de la performance s'ensuit de ce changement de conditions, alors que l'orientation n'est guère troublée si l'on place les rats dans un nouveau labyrinthe de même plan que le premier, mais de dimensions doubles ou réduites de moitié : les tournants à prendre sont les mêmes, mais la longueur des segments est modifiée. Il n'y a donc pas fixation stéréotypée d'un schéma moteur immuable, mais il y a une succession de réponses motrices à chaque point de choix; cependant, peut-on dire que c'est une succession de tournants qui est apprise ?

Pour répondre à cette question, HUNTER [71] a fait apprendre à des rats un labyrinthe complexe à double alternance GGDD, puis il les a placés sur son labyrinthe temporel bien connu en forme de chiffre 8, et qui n'est rien d'autre en fait qu'un labyrinthe en forme de T avec deux voies de retour au départ à partir de chaque extrémité de but. Malgré la concaténation des réponses qui aurait dû résulter de l'apprentissage du premier labyrinthe, HUNTER n'observe aucun transfert positif d'apprentissage dans la seconde situation, et même aucun apprentissage du tout : qu'à un même point de choix, où se trouvent les mêmes repères de lieu, il faille répondre en tournant tantôt à droite et tantôt à gauche, paraît être une tâche impossible pour le rat; KARDOS et BARKOCI [76] ont abouti aux mêmes conclusions, sur lesquelles nous reviendrons plus loin. La validité des repères locaux paraît donc nécessaire à l'apprentissage d'un parcours chez le rat, en plus de la constance de la latéralité des réponses motrices aux carrefours.

## V. — Théories fonctionnelles de l'apprentissage d'orientation : « Plan Mental » ou réflexe conditionné ?

### A) *Les positions théoriques en présence.*

#### 1) *L' « expectative » concernant un lieu donné* (TOLMAN).

TOLMAN se pose en adversaire complet des thèses de WATSON, et sans doute est-il allé trop loin dans sa réaction.

Tout d'abord il rejette l'hypothèse de la loi de l'exercice : les réponses motrices ne peuvent se trouver liées du simple fait de la fréquence de leur contigüité spatiotemporelle, à moins de retomber dans l'associationnisme le plus périmé. TOLMAN accorde donc une importance déterminante à la loi de l'effet de THORNDIKE dans sa théorie dite de l' « expectation » : l'animal s'attend à trouver à manger, par exemple, là où il en a déjà trouvé, et c'est pour cela qu'il va en ce lieu. N'étant en rien assujetti à une séquence de réponses motrices apprise, il peut facilement fournir une série de réponses toutes différentes, par exemple en prenant un raccourci si l'occasion s'en présente.

Cependant, malgré son rejet de l'associationnisme, TOLMAN ne s'en éloigne guère par certains côtés : sans être un gestaltiste comme on l'a

dit à tort puisqu'il considère comme essentiels les phénomènes d'apprentissage, il n'accorde cependant guère plus d'importance que Watson aux conditions organiques définissant la motivation : certes le parcours est orienté vers un but, mais l'actualité du besoin correspondant n'a rien de nécessaire à l'acquisition de la réponse correcte. C'est ainsi que Tolman pense qu'un rat non affamé peut apprendre où se trouve la nourriture dans un labyrinthe, et qu'il saura aller la saisir directement lorsqu'il aura faim, du fait de son « apprentissage latent » antérieurement acquis (« latent-learning »). Cette question sort des limites de notre sujet et ne sera pas traitée ici; disons seulement que la plupart des résultats expérimentaux sont loin de donner raison à Tolman (Gleitman [48]; Grice [50]; Kendler [77]).

C'est en ce sens que sa théorie est « cognitive » (Tolman [137]) : les stimulus locaux se structurent par eux-mêmes en unités significatives (« sign-gestalt ») ou en « plans mentaux » (« cognitive maps »), assez indépendamment des conditions présentes de motivation, qui peuvent toutefois déterminer le déplacement de l'animal vers le lieu où il sait (« place-expectation ») trouver ce qui le satisfera.

Ne faisant guère appel aux déterminations internes de l'activité du sujet, la théorie de Tolman ne se trouve pas amenée à tenir compte de ses réponses motrices; les repères d'orientation sont donc principalement extéroceptifs pour Tolman, la vision notamment jouant un rôle privilégié en raison de la fréquence et de l'importance des effets de « gestalt » perceptive qu'on y a très tôt constatés. Les repères locaux sont donc même les seuls repères selon cette conception, puisque les conduites de « raccourci » constituent une réfutation expérimentale de l'établissement d'une suite d'indices kinesthésiques, et s'expliquent au contraire par une restructuration (« insight ») des stimulus locaux (Tolman [137]) dirigée par l'attente d'une récompense en un lieu donné (« place-expectation »).

Tolman a effectué avec Honzik, puis seul, puis avec ses élèves, une quantité de recherches expérimentales dont l'ingéniosité a fait son renom. Cependant ses articles théoriques sont souvent critiques sans être constructifs, et ses positions sont mal définies (Tolman [136]) : par exemple, il avoue ne pas bien savoir pourquoi il n'adopte pas la thèse adverse de Hull, peut-être simplement parce qu'elle rend mal compte des hésitations du rat au carrefour du labyrinthe. Manquant de compréhensivité, la théorie de Tolman n'a guère de souplesse, et oblige à admettre d'autres possibilités d'interprétation : Tolman [138] reconnaît

que l'apprentissage peut ne pas être discontinu et « molaire », mais évoluer de façon continue en fonction du renforcement des réponses correctes suivant les mécanismes de conditionnement.

2) *Le renforcement des réponses correctes* (Hull).

La théorie de Hull au contraire est très souple et intègre des données expérimentales fort diverses. Au lieu de se baser comme Tolman sur d'hypothétiques lois de structuration spontanée des données perceptives chez le rat (théorie S-S), Hull [63] se réfère au cadre solide offert par la théorie des réflexes conditionnels (théorie S-R), en les considérant comme des réponses instrumentales régies par la loi de l'effet. L'activité du sujet est donc prise en considération, et cela implique deux aspects théoriques principaux.

Tout d'abord, la motivation est à la base de l'apprentissage, et donc il n'y a pas d'apprentissage latent selon Hull. Au contraire, un segment de parcours sera d'autant plus vite appris qu'il sera plus vite suivi par la réduction de la tension motivante. Hull [65], [68] déduisit principalement ce point à partir des résultats de De Camp [32] montrant que le rat choisit toujours la plus courte de deux voies menant au même but. Par conséquent, dans un labyrinthe complexe, c'est le choix correct au dernier carrefour qui doit être appris tout d'abord. Par généralisation du conditionnement, cette réponse particulière doit ensuite avoir tendance à être donnée aux carrefours précédents : l'apprentissage est donc, à cet stade, une cause d'erreurs (Hull [68], mais d'erreurs bien définies, consistant dans l'anticipation du dernier tournant. Puis l'apprentissage progresse par conditionnements successifs, depuis le dernier carrefour du trajet jusqu'au premier selon un « gradient de but » (« Goal-gradient ») qui est un gradient de renforcement des réponses motrices avant tout. Du fait qu'en avançant dans le labyrinthe qu'il connaît déjà, le rat hésite de moins en moins lorsqu'il approche de la fin du parcours (apprise en premier lieu), et du fait également que les stimulus rencontrés au cours de cette progression sont liés de plus en plus étroitement avec la récompense finale et dynamogénisent davantage ses réactions, il se peut que le rat se déplace de plus en plus vite vers le but. Mais cette accélération progressive du trajet n'est qu'une conséquence des mécanismes d'acquisition définis initialement comme étant le « gradient de but » et ne constitue donc qu'une acceptation seconde de ce terme, qui désigne alors un effet et non un facteur causal (Hull [67]).

Par contre la généralisation de la réponse motrice à fournir au dernier point de choix a été largement confirmée comme une cause d'erreurs (Blodget et McCutchan [12], [13]; Buel [17]; Ruch [116]; Spence [128]; Spence et Shipley [129]). La théorie de Tolman prédit que ce sont les impasses pointant vers le but qui doivent être la cause de la majorité des erreurs, du fait qu'elles correspondent à la tendance au raccourci en direction du terme du parcours (Ballachey et Krechewsky [4]; Brown [16]; Witkin et Schneirla [161]); l'hypothèse de Hull admet en fait cette possibilité, ainsi que nous allons le voir, tout en y ajoutant la spécification relative à la généralisation de la dernière réponse (« last turn anticipatory response »).

Le second aspect important de la théorie de Hull est le suivant : les messages kinesthésiques accompagnant un déplacement deviennent des indices d'orientation. En effet, supposons qu'à un carrefour une réponse motrice donnée ait été suivie par la satisfaction d'un besoin; placé ensuite dans la même situation, le rat reconnaîtra à une esquisse préparatoire de réponse motrice (« anticipatory motor response ») (Hull [64]), les indices proprioceptifs correspondant à la réponse « renforcée » et donnera donc celle-ci et non la réponse opposée.

Cependant Hull [68] n'a jamais dit que les indices d'orientation sont uniquement proprioceptifs : si, en effectuant une réponse motrice donnée, le rat dirige ses récepteurs visuels et tactiles de façon à rencontrer chaque fois le même stimulus (comme c'est le cas dans un labyrinthe en position fixe à une seule entrée), la donnée sensorielle extéroceptive résultante accompagnera toujours la réponse motrice en question, et précèdera constamment la rencontre du stimulus inconditionnel qui réduit la tension motivante. Ainsi, du fait des contingences expérimentales, un stimulus extéroceptif peut être conditionné de la même façon qu'un indice de réponse, en même temps que ce dernier, et devenir donc un indice d'orientation. Cela peut rendre compte des conduites de raccourci qui peuvent éventuellement se produire (Hull [68]). Sur ce point encore, la théorie de Hull a une portée plus générale que celle de Tolman et peut rendre compte d'un plus grand nombre de résultats expérimentaux.

D'ailleurs les textes de Hull ne sont pas souvent des mémoires d'expérience : lorsque c'est le cas, on le trouve acharné et laborieux, comme à l'occasion de la mise en évidence de l'augmentation de la vitesse du rat quand il se rapproche du but (Hull [67]), ou dans l'apprentissage d'une discrimination dans le labyrinthe en T où le rat doit

tourner à droite pour manger et à gauche pour boire, et où il a fallu plus de mille essais en moyenne par animal (HULL [66]) ! Heureusement pour HULL, ses hypothèses relatives à l'utilisation des indices de réponse motrice ont été soumises à l'expérience par deux excellents praticiens principalement, à savoir BLODGETT et Mc CUTCHAN, dont nous citerons souvent les travaux, et qui n'avaient d'ailleurs aucune partialité envers elles.

Par contre les articles théoriques de HULL sont d'une grande clarté et s'appuient sur des faits expérimentaux très frappants, souvent mis en évidence par HONZIK ou par TOLMAN, d'ailleurs, et que lui, HULL, présente comme étant d'excellentes illustrations de ses conceptions.

Quoi qu'il en soit, la controverse entre HULL et TOLMAN ne se confond pas avec la discussion qui oppose le rôle des données proprioceptives à celui des données extéroceptives dans l'orientation. En effet, HULL conçoit la possibilité pour les indices de réponse motrice d'être les guides du parcours correct, tandis que TOLMAN a affirmé l'usage exclusif des repères locaux à cet égard. C'est en ces termes qu'il convient de poser le problème, et nous allons maintenant considérer les diverses façons dont il a été abordé expérimentalement. Les travaux ainsi réalisés se caractérisent par la méthode opérationnelle portant sur les modalités de renforcement des conduites guidées par l'une ou par l'autre classe d'indices : on réalise alors des apprentissages de lieu seul, ou de réponse motrice seule, ou des deux à la fois pour les mettre ensuite en opposition lors d'une épreuve de choix.

### B) *Les expériences réalisées.*

Nous allons considérer une série d'expériences utilisant des labyrinthes simples qui, nous le verrons finalement, peuvent être considérés comme des dispositifs en forme de T à double entrée. A partir de ce schéma élémentaire d'appareillage, on a pu dissocier les conduites d'orientation vers un même lieu et de parcours correspondant à une même réponse motrice.

#### 1) *Expériences de « raccourci ».*

Bien qu'il soit classique de considérer ces études comme relevant des possibilités de compréhension soudaine (« insight ») chez l'animal,

nous les mentionnerons ici car elles présentent un rapport étroit avec les travaux concernant l'usage des repères locaux opposé à celui des indices de motricité. D'ailleurs dans la théorie de TOLMAN, l' « insight » n'est rien d'autre que le brusque changement d'un parcours exécuté par le rat dès qu'il a l'occasion de le faire, de façon à se rendre toujours au même lieu indépendamment de la séquence de réponses motrices que l'usage antérieur aurait dû renforcer. Il y a alors, corrélativement, restructuration de la conduite, et usage exclusif des repères locaux; ou du moins, tout doit se passer ainsi, à condition que de telles conduites de raccourci existent vraiment.

Or les questions surgissent précisément à propos de ce point de vérification expérimentale, et nous allons voir comment elles se posent à propos des faits observés dans les deux types de labyrinthe utilisés pour étudier de tels « raccourcis ».

a) *Labyrinthes en forme de lettre F.*

Nous devons rappeler ici d'anciennes expériences destinées par leurs auteurs à mettre à l'épreuve le rôle des données visuelles dans l'orientation, suivant la perspective initiale d'études de sensori-motricité mentionnée plus haut; en fait HULL [68] a repris ces résultats pour illustrer sa thèse.

Le schéma d'expérience est simple : on introduit le rat dans un labyrinthe en forme de F (Fig. 3) pour qu'il aille dans la branche horizontale inférieure, mais comme celle-ci est fermée lorsqu'il arrive

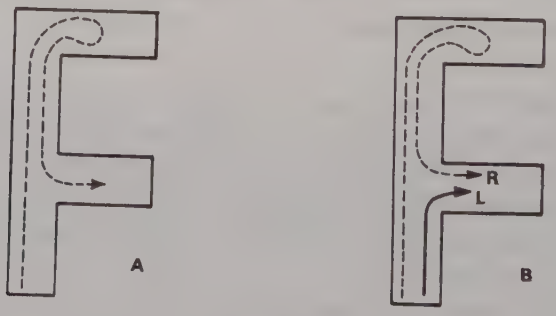



FIG 3

*Orientation dans un labyrinthe en forme de lettre F*

A : Trajet appris par le rat,

B : Situation de test : Parcours R correspondant à la séquence motrice apprise, et parcours L correspondant à la conduite de « raccourci » vers le lieu correct.

à sa hauteur, il doit la dépasser, aller dans la branche horizontale supérieure, revenir sur ses pas, et tourner à gauche pour entrer dans la branche de but qui se trouve alors ouverte.

On fait subir à l'animal un certain nombre de ces essais à parcours forcé, puis lors d'un essai-test on laisse ouverte la branche de but dès l'introduction du rat, qui peut donc y entrer directement sans faire le détour accoutumé, en tournant cette fois à droite et non plus à gauche. Or, dans les expériences de Gengerelli [43] et de Higginson [57] les rats raccourcissent ainsi d'emblée leur parcours; par contre dans celle de Valentine [146] ils sont soumis à un très grand nombre d'essais forcés préliminaires, et continuent ensuite de faire le détour inutile pendant plusieurs essais-tests, avant d'emprunter eux aussi le raccourci. Ce dernier résultat montre que, si les réponses motrices ont été suffisamment répétées et renforcées, leur rôle directeur vis-à-vis de l'orientation reste prédominant pendant quelque temps.

En fait, ce rôle est encore plus fort que l'expérience de Valentine ne le laisserait supposer; en effet le dispositif expérimental en forme de lettre F a été critiqué par Heron, Oxman et Singley [56] car il ne permet pas à la réponse renforcée, qui est un tournant à gauche et non le détour tout entier par la branche supérieure du F, de s'opposer lors de l'essai-test à l'orientation basée sur les repères visuels qui détermine un tournant à droite. En somme, le rat raccourcirait son parcours non pas parce qu'il se guide sur les repères de lieu à l'exclusion de tout apprentissage de réponse motrice, mais simplement parce que la construction du matériel ne donne pas à cet apprentissage l'occasion de se manifester : ne trouvant aucune voie libre à sa gauche lors de l'essai-test, le rat tourne à droite, là où se présente une telle issue. C'est pourquoi ces auteurs ont modifié le labyrinthe en F par adjonction d'une branche horizontale inférieure opposée à celle qui existait déjà dans l'appareil des auteurs précédents (Cf. Fig. 4); ils refont ainsi l'expérience en offrant le choix de deux voies au rat lors de l'essai-test. Ils constatent alors que dans la majorité des cas l'animal tourne à l'inverse du but appris, c'est-à-dire conformément à la réponse motrice qui a été renforcée. Notons toutefois qu'il s'agit d'un labyrinthe en gorge, donnant au rat un champ de vision restreint sur les repères extérieurs à l'appareil.

Or, qu'est-ce que ce labyrinthe modifié, sinon un labyrinthe en T à deux entrées, l'une utilisée pour l'apprentissage et selon laquelle les indices de réponse et les repères de lieu sont conjointement pertinents,

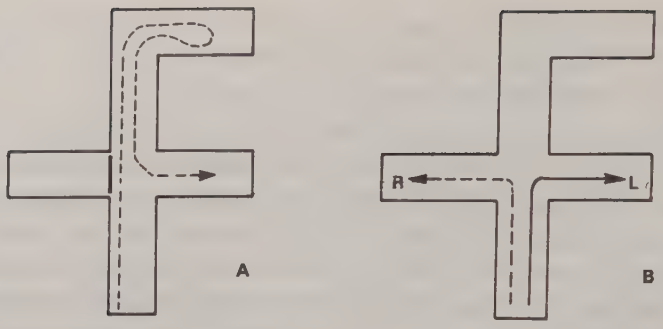



FIG. 4

*Orientation dans le labyrinthe en F modifié, selon Heron, Oxman et Singley* [56]

A : Parcours apris par le rat;

B : Situation de test : Trajet R correspondant à la réponse de tournant renforcée en A, et trajet L correspondant à l'orientation selon les repères de lieu.

et l'autre utilisée pour l'essai-test selon laquelle ces deux classes d'indices sont mises en opposition, de façon à ce que le choix de l'animal traduise la prépondérance de l'une ou de l'autre ?

Nous allons retrouver une semblable évolution dans la conception du matériel d'expérience dans les études sur le labyrinthe en forme d'étoile.

b) *Labyrinthes en forme d'étoile.*

TOLMAN, RITCHIE et KALISH [140] voulurent faire une expérience cruciale : après avoir appris à des rats le parcours de la figure 5 A, ils supprimèrent la voie d'accès et leur proposèrent diverses voies rayonnantes, comme le montre la figure 5 B. Ils constatèrent que 36 % des rats empruntaient celle qui pointait à 45° vers l'ancien emplacement du but, et que 17 % seulement prenaient la voie qui tournait directement à angle droit sur la droite, reproduisant ainsi la dernière réponse motrice renforcée au cours de l'apprentissage.

KENDLER et GASSER [78] refirent l'expérience sur 48 rats, et ne trouvèrent que 5,6 % des sujets, au lieu de 36 %, pour se comporter de la manière décrite par TOLMAN *et al.* De leur côté, GENTRY, BROWN et KAPLAN [46] en firent autant, sans retrouver davantage les résultats de TOLMAN, mais par contre ils purent mettre en évidence que l'occlusion de l'ancienne voie d'accès déterminait un groupement latéral des orientations. En effet, si on laisse subsister cette voie à titre de rayon

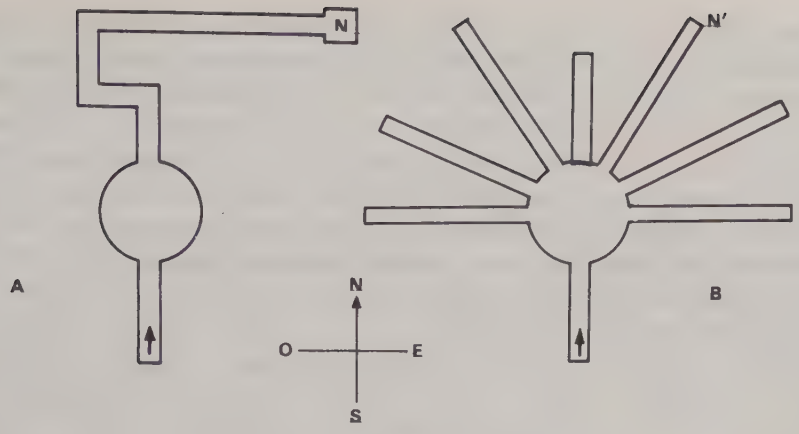



FIG. 5

*Expérience de Tolman, Ritchie et Kalish [140]*

A : Parcours suivi par le rat lors de la phase d'apprentissage;
B : Situation de test : 36 % des sujets se dirigent vers la branche oblique N' dont l'orientation correspond à l'emplacement N de la nourriture en A.

parmi les autres dans le dispositif-test, on constate moins de parcours à 90° et davantage à 0°, c'est-à-dire groupés sur cette voie médiane et sur celles qui lui sont adjacentes. Il semble donc que les indices de réponse motrice aient un poids prépondérant, et que le résultat prédit et trouvé (sur 1/3 des rats seulement d'ailleurs) par TOLMAN soit un artefact : lorsqu'on empêche le rat de suivre le chemin coutumier, l'animal donne la dernière réponse motrice du parcours, celle qui précède immédiatement la prise de la nourriture : il tourne donc à 90° à droite, conformément aux hypothèses qu'on peut déduire de la théorie du gradient de but de HULL.

Admettant ce fait et la fausseté de la conception « vectorielle » de TOLMAN qui prédit le « raccourci » oblique du rat, RITCHIE [113] nia cependant que les indices de réponse motrice puissent jouer un rôle quelconque, disant que si le rat tourne à 90° sur la droite, c'est que cela correspond à son orientation finale vers les repères locaux qui environnent le but. Il a donc mis en opposition les deux catégories de repères en refaisant l'expérience de TOLMAN *et al.* de la façon suivante (Fig. 6) : après avoir appris au rat un parcours qui n'est autre qu'un labyrinthe en T, il lui donna le choix de son chemin sur la table à voies rayonnantes en l'introduisant dans l'appareil selon l'orientation inverse de celle qu'il avait apprise, de sorte que les repères visuels situés auparavant à sa gauche se trouvent à présent à sa droite, et

réciproquement (« reversal »). Dans ces conditions, la réponse motrice renforcée (tourner à 90° à droite) doit éloigner le rat du but, alors que les repères locaux doivent l'amener à tourner à *gauche*. Or, c'est effectivement cette seconde éventualité que vérifie l'expérience : très peu de rats se dirigent à 45°, presque tous à 90°, mais la grande majorité des cas ils vont vers le mur de la pièce de travail situé du côté où se trouvait le but habituel de nourriture. Les rats répondent donc de la façon inverse de celle qui avait été renforcée, et l'on peut dire que ce sont les repères de lieu qui guident leur orientation.

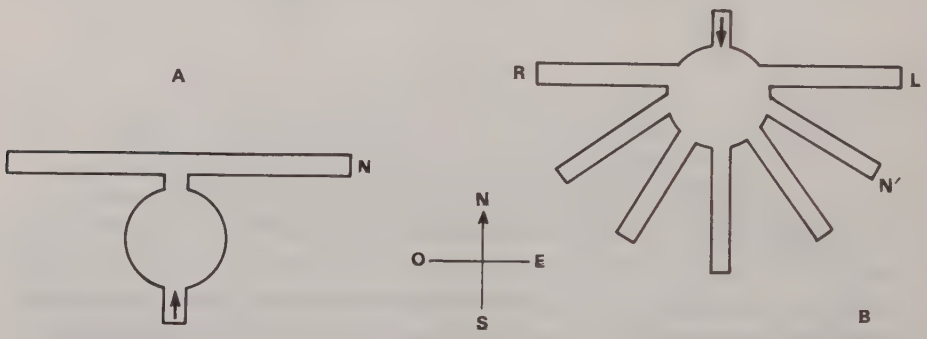



Fig. 6

*Expérience de Ritchie [113]*

A : Labyrinthe en T initialement appris; nourriture en N;

B : Situation de test avec renversement du sens d'introduction : N' correspond à l'emplacement où se trouvait antérieurement la nourriture; L et R sont les deux points d'aboutissement lorsque le rat tourne à angle droit : R s'il agit selon les indices de réponse renforcée, L selon les repères locaux.

Notons que ces expériences sont toutes réalisées avec des labyrinthes surélevés situés dans des pièces de travail ordinaires offrant de nombreux points de repère visuels. Ici encore, la modification finale de l'appareil de Tolman par Ritchie revient à faire apprendre un labyrinthe en T avec égale validité des indices de réponse motrice et des repères locaux, puis à effectuer le renversement du sens d'introduction du rat pour mettre ces deux types d'indices en opposition et déterminer la prépondérance de l'un d'eux.

Nous voyons donc que le schéma d'expérience le plus simple et le plus démonstratif consiste bien à utiliser un labyrinthe en forme de T à double entrée, et de fait les expériences réalisées avec ce dispositif sont celles qui ont le mieux fait avancer l'étude du problème : nous allons rapporter maintenant les principales d'entre elles.

2) *Expériences d'apprentissage de lieu et de réponse dans le labyrinthe en T à double entrée.*

a) *Expériences de discrimination successive.*

Blodgett et McCutchan [11] ont voulu faire apprendre au rat à se diriger dans un labyrinthe en forme de lettre H couchée, ou encore en forme de T avec deux points de départ et un segment commun d'arrivée au carrefour (Fig. 7). Si le rat part de $S_1$, il tourne à gauche, et doit ensuite tourner à droite pour gagner $F_1$, et réciproquement pour le trajet $S_2$-$F_2$.

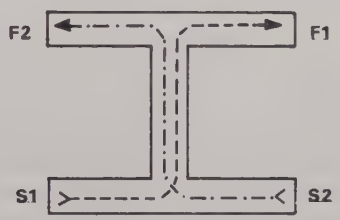



Fig. 7

*Expérience de Blodgett et Mc Cutchan [11]*

Les parcours corrects sont S1-F1 et S2-F2.

Cet apprentissage d'orientation est très difficile si le labyrinthe est toujours situé au même endroit et si la procédure adoptée est celle de parcours avec libre correction (« correction-method »).

Or ils constatèrent que si le labyrinthe reste toujours placé au même endroit, l'animal est incapable de maîtriser cette tâche, qui favorise pourtant sa tendance supposée à l'alternation : en fait le rat se rend toujours en $F_1$ ou en $F_2$. Il ne semble donc pas que les indices de réponse précédant l'arrivée au point de choix puissent devenir le support discriminatif de l'orientation ultérieure. D'ailleurs Kardos et Barkoci [76] ont retrouvé la même incapacité d'acquisition avec un labyrinthe de structure semblable (Fig. 8) : lorsque deux voies mènent au même point (chemins « équiterminaux ») le rat ne les distingue pas, car c'est le lieu d'aboutissement commun qui est perçu, et non la réponse motrice qui y conduit.

Cependant Blodgett et McCutchan ont montré que si les trajets $S_1$-$F_1$ et $S_2$-$F_2$ sont effectués en plaçant le labyrinthe dans deux environnements distincts, le rat apprend ces parcours, sur la base de repères locaux qui en permettent, par conséquent, la discrimination.

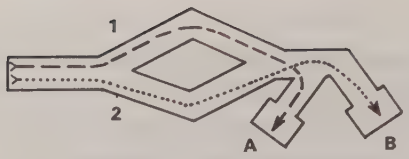



FIG. 8

*Expérience de Kardos et Barkoci* [76]
Les parcours corrects sont : 1 vers A et 2 vers B.
Cette orientation est très difficilement apprise.

Et si l'on réduit ensuite cette différence d'environnement correspondant aux deux trajets, en rapprochant progressivement les deux emplacements du labyrinthe jusqu'à laisser finalement celui-ci toujours à la même place, on constate que les parcours corrects sont toujours effectués. Ainsi donc il y a eu remplacement des repères locaux par les indices de réponse motrice : ces derniers peuvent donc être utilisés, mais ne sont pas initialement prévalents pour fonder une discrimination d'orientation lorsque le labyrinthe est surélevé et placé dans une pièce présentant de nombreux repères.

KALISH [75] montre que ce remplacement progressif d'indices aisément discriminables par d'autres qui le sont moins (c'est le principe du « shaping » utilisé en conditionnement operant), n'est en fait pas nécessaire pour l'apprentissage en question. En effet celui-ci peut être directement réalisé si, au lieu d'utiliser la méthode de parcours libre (« correction-method »), on utilise la procédure de parcours non-corrigé (« non-correction method »). Dans le premier cas, on laisse le rat libre de parcourir le labyrinthe jusqu'à ce qu'il trouve la nourriture au but, alors qu'on ne lui permet pas de corriger ainsi ses propres erreurs dans le second cas (« non-correction »), car on l'ôte de l'appareil pour le remettre au départ dès qu'il commet une faute d'orientation au niveau du carrefour. L'essai n'est alors terminé qu'au moment où le rat s'oriente correctement et trouve donc directement la nourriture. Ce second type de procédure empêche évidemment le développement de parcours systématiques correspondant toujours au même lieu et à la même réponse, comme « tourner à droite vers $F_1$ et vers le mur Est » dans l'expérience schématisée sur la figure 7, quitte à effectuer la correction vers $F_2$-Ouest en cas d'erreur, en y allant droit à partir de $F_1$-Est sans revenir préalablement au point de départ, et donc sans donner ensuite la réponse correcte « tourner à gauche » au niveau du carrefour. Dans la mesure où elle empêche un tel comportement et oblige à donner la réponse motrice correcte à chaque essai, la méthode

sans correction des parcours permet la meilleure différenciation des indices de réponse motrice au point de choix.

En fait, ces situations expérimentales sont encore trop compliquées, et au niveau du carrefour les indices de réponses motrices fournies à ce moment et les repères locaux rencontrés à cet endroit correspondant au même trajet, qu'il soit correct ou qu'il ne le soit pas. Or le problème est de savoir quels sont ceux de ces indices qui guident l'orientation au point de choix lui-même et c'est à Tolman que revient le mérite d'avoir posé le problème sur le plan expérimental, avec autant de simplicité que d'élégance.

b) *Supériorité de l'apprentissage de lieu sur l'apprentissage de réponse* (Tolman).

Tolman, Ritchie et Kalish [141] firent apprendre en méthode de parcours libre, ou « avec correction », un labyrinthe en T surélevé, placé dans une pièce ordinaire offrant de nombreux repères, à deux groupes de rats. Le labyrinthe avait deux entrées, utilisées en double alternance d'essais en essais. Pour le premier groupe de rats l'orientation correcte consistait à se diriger toujours vers la même branche de but et vers le même mur de la pièce en tournant indifféramment à droite ou à gauche au carrefour suivant le sens d'introduction (Fig. 9 A) : c'est l'apprentissage d'emplacement. Les repères locaux sont donc les seuls guides valables, et non les indices de réponse motrice : or ce groupe de rats apprend facilement sa tâche.

Pour le second groupe (Fig. 9 B) la tâche est inverse de la précédente : l'animal doit tourner toujours dans le même sens quand il arrive au carrefour, et il doit donc aller tantôt d'un côté de la branche horizontale du T, et tantôt dans l'autre. Les indices de réponse motrice sont donc seuls pertinents, et non les repères locaux : c'est l'apprentissage d'une réponse motrice constante. Or ce groupe n'apprend pas sa tâche, et finalement certains rats se dirigent toujours vers le même *lieu,* bien qu'ils n'y trouvent à manger qu'une fois sur deux : ce comportement est très intéressant, et nous aurons l'occasion d'y revenir dans notre discussion.

Cette expérience a été refaite par les mêmes auteurs [143] avec la méthode sans correction, qui favorise la différenciation des indices de réponse motrice comme nous l'avons vu. Ils ont retrouvé le même résultat, à savoir la supériorité de l'apprentissage de lieu sur celui

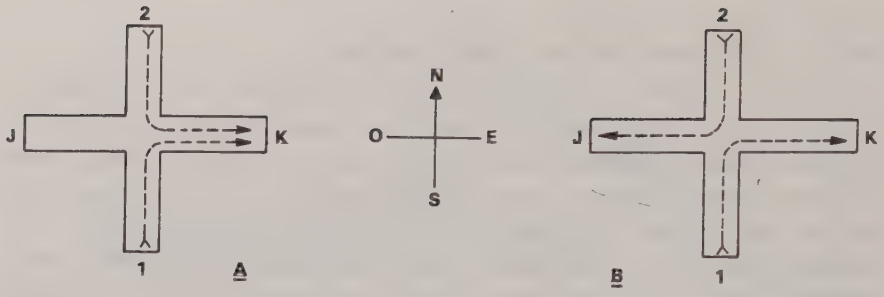



FIG. 9

*Expérience de Tolman, Ritchie et Kalish [141] avec le labyrinthe en forme deT à double entrée*

A : Parcours corrects dans l'apprentissage de lieu L;
B : Parcours corrects dans l'apprentissage de réponse motrice Rm.

de réponse; cependant la différence est ici moins accusée : un certain apprentissage de réponse motrice s'avère possible.

D'ailleurs le même résultat peut encore être obtenu sous différentes conditions de motivation (TOLMAN et GLEITMAN [139]) et avec des rats d'âges très divers (WADDELL, GANS, KEMPNER, WILLIAMS [149]).

L'aveuglement empêche pratiquement l'apprentissage de lieu (« place-learning ») en méthode de parcours libre (TOLMAN et GLEITMAN [139]) mais non celui de réponse motrice. Ce résultat prouve bien que le premier apprentissage dépend des repères visuels, mais il prouve également que l'apprentissage de réponse motrice est possible en méthode de parcours libre, et qu'il ne peut non plus se ramener à deux apprentissages de lieu appris indépendamment à partir des deux points de départ du labyrinthe, puisqu'il peut être acquis par des animaux aveugles incapables d'apprendre à se rendre à un même emplacement. TOLMAN et GLEITMAN surent tirer eux-mêmes ces conclusions, mais ne parurent pas s'étonner de ce que l'apprentissage de réponse motrice en méthode de parcours libre est possible chez des rats aveuglés, malgré l'amoindrissement que cela représente, alors qu'il ne l'est pas du tout chez les rats normaux : il aurait fallu supposer que la perception des repères locaux *inhibait* celle des indices de réponse motrice; or ce sont BLODGETT et MCCUTCHAN qui ont présenté une telle hypothèse.

c) *Possibilité d'apprentissage de réponse motrice dans un environnement dépourvu de repères locaux* (BLODGETT et MCCUTCHAN).

En fait, ce n'est pas le résultat rapporté ci-dessus qui a inspiré à BLODGETT et à MCCUTCHAN leur hypothèse ni leurs deux principales

expériences qui remettent en question la généralité de la conclusion tirée par TOLMAN, à savoir que l'orientation spatiale serait guidée essentiellement par les repères de lieu de l'environnement. En fait BLODGETT et MCCUTCHAN sont partis de leurs propres constatations expérimentales antérieures à la publication du travail de TOLMAN, RITCHIE et KALISH.

En effet, étudiant l'anticipation de la dernière réponse correcte sur un labyrinthe linéaire formé de plusieurs T successifs, ils constatèrent que l'orientation à l'avant-dernier carrefour était d'autant plus « contaminée » par celle qui était requise au dernier, que la proximité spatiale de ces deux points de choix était plus grande et que la similitude des repères locaux en ces deux endroits était plus forte (BLODGETT et MCCUTCHAN [12]). Ce résultat était obtenu avec des unités en forme de T surélevées placées en enfilade dans une pièce normale. Ils refilent l'expérience dans une pièce ronde aux murs nus, sans portes ni fenêtres apparentes, en forme de coupole ou de dôme, éclairée par une seule lampe placée au milieu du plafond circulaire, à l'aplomb du labyrinthe disposé au-dessous, de façon à éviter que même les ombres puissent constituer des repères de lieu. Ils constatèrent alors (BLODGETT et MCCUTCHAN [13]) que l'anticipation du dernier tournant se manifestait dès le premier carrefour. Ils en déduisirent que les repères locaux inhibent la généralisation de la dernière réponse motrice renforcée, puisque leur absence dans la pièce en « dôme » laisse celle-ci se manifester au maximum. L'orientation est donc basée sur le contrôle de la généralisation des réponses motrices renforcées, grâce à l'usage discriminatif des repères locaux qui détermine donc, dans les conditions d'environnement ordinaires, le caractère correct ou non du parcours effectué.

Si donc on supprime les repères locaux en appauvrissant l'environnement comme c'est le cas dans la pièce en « dôme », et si on refait alors l'expérience de TOLMAN, RITCHIE et KALISH [141], on doit trouver qu'il est possible de fonder l'orientation sur le renforcement d'une réponse motrice constante dans le labyrinthe en T surélevé, même avec la méthode de parcours avec libre correction. C'est effectivement ce qu'ont constaté ces auteurs, en utilisant deux groupes de rats (BLODGETT et MCCUTCHAN [14]). Le labyrinthe est placé au centre de la pièce, de sorte qu'on ne puisse définir, dans cet environnement « homogène », de lieu servant de repère local : il n'est donc pas possible de constituer un groupe expérimental homologue du groupe d'apprentissage de lieu de

Tolman *et al.* [141]. Pour la même raison, il n'est pas besoin d'une double entrée, par le « Nord » et par le « Sud », pour inverser d'un essai sur l'autre la position des repères locaux et les mettre en opposition avec les indices de réponse, puisque ces repères n'existent pas. C'est pourquoi Blodgett et McCutchan ont simplement réalisé les deux conditions suivantes correspondant aux deux groupes de sujets dont nous avons fait mention plus haut.

Pour le premier groupe de rats, le labyrinthe et T est retourné à 180° lors d'un essai sur l'autre, en restant toujours au milieu du « dôme ». L'orientation correcte consiste alors à tourner toujours dans le même sens au carrefour : c'est un apprentissage de réponse motrice (Fig. 10 A).

Pour le second groupe de sujets, le labyrinthe est toujours laissé dans la même position, et l'orientation correcte consiste à toujours tourner dans le même sens au carrefour, et donc vers le même lieu si tant est que celui-ci puisse être perçu et discriminé comme tel. C'est pourquoi les auteurs parlent supputativement d'apprentissage de réponse motrice combiné peut-être à un apprentissage de lieu (Fig. 10 B).

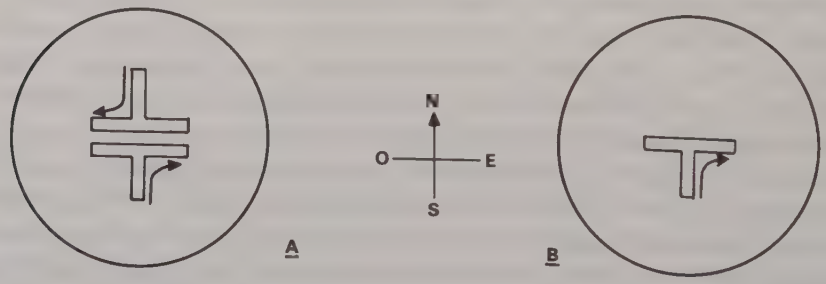



Fig. 10

*Expérience de Blodgett et Mc Cutchan [14] avec le labyrinthe en T et la pièce en « dôme »*

A : Parcours correct dans l'apprentissage de réponse motrice Rm;
B : Parcours correct dans l'apprentissage combiné de réponse motrice et de lieu (?) Rm + L.
Les deux tâches sont de difficulté équivalente, en l'absence de repères locaux L.

Or les performances des deux groupes s'avèrent identiques et se situent de façon intermédiaire entre celles qu'avait obtenues Tolman en environnement ordinaire, c'est-à-dire non appauvri, pour l'apprentissage de réponse motrice d'une part et pour l'apprentissage de lieu d'autre part. De l'équivalence des résultats pour les deux groupes, on déduit que les repères locaux éventuels n'ont joué aucun rôle comme on

pouvait s'y attendre, et que l'orientation s'est réalisée uniquement sur la base des indices de réponse motrice.

Ainsi donc le rôle des repères de lieu est-il tenu pour certain par Blodgett et McCutchan, mais celui des indices de réponse motrice leur apparaît comme également possible, spécialement lorsque la non-disponibilité des repères locaux lui permet de se manifester. Hill et Thune [59] ont retrouvé, avec un « dôme » et un labyrinthe un peu modifiés, un résultat assez semblable.

Blodgett [10] refit une autre expérience dans le même environnement « homogène » avec le labyrinthe en T surélevé, mais cette fois la variable expérimentale n'était pas la comparaison de deux courbes d'apprentissage comme dans le travail précédent : c'était une épreuve de choix d'indices. En effet Blodgett plaça un objet brillant (un petit miroir) à l'une des extrêmités de la branche horizontale du T pour servir de repère de lieu, et il réalisa l'apprentissage dans ces conditions où indices de réponse motrice et repère local étaient également valides. Puis il changea de place le miroir, le transportant à l'autre extrêmité du T, et donna un essai-test dans ces nouvelles conditions : dans 85 % des cas les rats tournèrent dans le sens accoutumé, sans tenir compte de la modification du repère visuel. Après retour aux conditions d'apprentissage pendant quelques essais, ce test fut répété trois fois pour chaque rat, avec le même résultat. L'orientation basée sur une réponse motrice peut donc être prévalente sur l'apprentissage de lieu lorsque les repères locaux sont assez peu nombreux.

Avec le même matériel expérimental, et à une variante près concernant les motivations mises en jeu, le même résultat a été retrouvé par McCutchan, Rethlingshaffer et Nichols [98]. et on peut en dire autant d'une expérience d'Aderman [1] reproduisant celle de Blodgett [10].

Cette expérience fut également refaite par Ritche, Aeschliman et Peirce [144] mais avec un éclairement latéral fournissant au sujet des repères d'ombres et de gradient lumineux. Ces auteurs constatèrent alors un nombre égal de choix d'orientation vers le repère ou selon la réponse motrice renforcée.

d) *Possibilité d'apprentissage de réponse motrice en environnement à repères non constants* (Ritchie).

Le « dôme » n'est pas, en fait, l'accessoire matériel indispensable à ce que se réalise l'apprentissage de réponse motrice : il suffit que le

rat ne retrouve pas les mêmes repères locaux lors d'un essai sur l'autre, en disposant pas exemple de deux pièces ordinaires différentes où se trouvent deux labyrinthes en T parfaitement semblables et sur lesquels on alterne les essais successifs en renforçant toujours par la nourriture la même réponse motrice. L'apprentissage est alors beaucoup plus facile que si tous les essais avaient lieu dans la même pièce. RITCHIE, HAY et HARE [115] ont effectué cette expérience, et mis en évidence la facilitation de l'orientation selon la réponse motrice lorsqu'il n'y a pas constance des repères de lieu.

Ce résultat montre que si l'environnement offre à l'animal des repères qu'il puisse retrouver de façon constante, ce sont ces indices locaux qui vont diriger l'orientation. Par contre si le rat ne peut se diriger toujours vers le même lieu du fait que l'environnement change d'un essai sur l'autre, l'usage des indices de réponse motrice devient prédominant.

Notons que l'expérience inverse avait déjà été effectuée : RITCHIE [112] avait constaté que l'apprentissage de lieu (aller toujours dans la même branche de but du labyrinthe en T) est plus difficile si on déplace l'appareil de quelques mètres seulement dans la même pièce lors d'un essai sur l'autre, que si on le laisse toujours à la même place. C'est qu'alors la disposition à fournir toujours la même réponse motrice n'est plus réprimée par celle à se diriger vers les mêmes repères locaux, puisque ceux-ci ne sont plus constants.

e) *Essais de quantification du rôle relatif joué par les deux classes d'indices* (WEBB).

Déjà l'expérience de BLODGETT [10] où un petit miroir pouvait servir de repère de lieu, et celle de RITCHIE, AESCHLIMAN et PEIRCE [114] dans laquelle un éclairement latéral pouvait remplir ce rôle, avaient montré que la supériorité d'utilisation des indices de lieu ou de ceux de réponse motrice était variable en fonction de la disponibilité relative des repères offerts par l'environnement. Il était intéressant d'essayer de quantifier cette dépendance, et c'est ce qu'ont fait SHARLOCK et WEBB.

SHARLOCK [121], travaillant sous une tente en mousseline à titre de substitut de « dôme », dispose deux lumières au-dessus des deux chambres de but du labyrinthe surélevé en T à double entrée. Ces deux lampes peuvent être allumées simultanément, auquel cas elles ne fournissent pas de repère local discriminable; ou bien une seule, toujours

la même, est allumée : dans ce cas elle permet de discriminer la chambre de but qu'elle éclaire par rapport à l'autre chambre qui reste dans l'obscurité.

Si le rat est toujours introduit dans l'appareil par la même branche d'entrée, il trouve sa nourriture en tournant toujours dans le même sens pour aller dans la même chambre de but : les indices de réponse motrice et de lieu sont conjointement valides et permettent l'apprentissage le plus rapide comme on s'en doute.

Par contre si l'animal est introduit alternativement par l'une et par l'autre branche d'entrée, on peut réaliser un apprentissage de réponse motrice dans lequel le rat doit tourner toujours dans le même sens au carrefour, ou un apprentissage de lieu dans lequel il doit toujours aller vers la même branche.

On conçoit que si une seule lampe est allumée la reconnaissance d'un lieu déterminé soit facilitée, aux dépens de la disposition à se guider d'après les indices de réponse motrice (du moins si les hypothèses de Blodgett et McCutchan sont vérifiées), et qu'inversement si deux lampes sont allumées l'apprentissage de lieu soit relativement moins facile que dans la condition précédente, et réciproquement l'apprentissage de réponse plus aisé.

Or Sharlock constate que les quatre situations expérimentales ainsi définies s'ordonnent comme suit, par ordre de difficulté croissante : Apprentissage de réponse avec 2 lampes; Apprentissage de réponse avec 1 lampe; Apprentissage de lieu avec 1 lampe; Apprentissage de lieu avec 2 lampes (en fait, aucune acquisition ne s'avère possible dans cette dernière condition).

Ces résultats sont conformes aux hypothèses de Blodgett et McCutchan en ce qui concerne la facilité d'orientation pour chaque type d'apprentissage lorsqu'on compare la condition à une seule lampe à celle avec deux lampes. Par contre il est surprenant que l'apprentissage de lieu avec une seule lampe ne soit pas plus facile que celui de réponse motrice avec une seule lampe également, mais ce résultat est en somme identique à celui qu'avait obtenu Blodgett [10] avec son miroir, et dépend probablement du rapport des brillances de la lampe et du fond (c'est-à-dire la mousseline de la tente) et donc de la discriminabilité de ce repère local. Or c'est bien à une telle quantification de la discriminabilité que s'est appliqué Webb [157].

Cet auteur utilise également un environnement « homogène » et deux lampes placées de la même façon que dans l'expérience de Shar-

LOCK, mais de plus on peut faire varier leur intensité lumineuse de façon graduelle, de sorte qu'avec différents rapports de brillance, on peut rendre plus ou moins discriminables les deux emplacements auxquels elles correspondent.

Au lieu d'étudier les pentes de courbes d'apprentissage de réponse comme l'avait fait SHARLOCK, WEBB reprend au contraire la technique d'épreuve de choix de BLODGETT [10]. Il fait donc apprendre une certaine orientation sur la base des indices de réponse motrice et des repères de lieu également valides, puis il inverse le rapport des brillances des lampes lors d'un essai-test.

Il détermine alors le taux de choix d'orientation guidés par l'une et l'autre classes d'indices. Si les deux lampes sont d'égale brillance, le test ne modifie rien par rapport aux conditions dans lesquels s'est effectué l'apprentissage, et l'on est en droit de supposer que les seuls indices de réponse motrice ont guidé l'orientation. Inversement, si une seule lampe est allumée, ces indices guident encore 38 % des choix au moment du test, et pour qu'il y ait égalité de choix pour l'orientation suivant les indices de réponse motrice renforcée et vers la lampe constituant le repère correct, il faut que le rapport des brillances des deux lampes soit de huit à un.

Par ailleurs WEBB note que les rats qui choisissent de s'orienter selon la réponse motrice renforcée au moment de l'essai-test sont ceux qui ont présenté l'apprentissage le plus rapide : nous verrons au cours de la discussion de nos propres résultats que ce fait est en accord avec ceux que nous avons constatés, à savoir la précocité relative de l'apprentissage de réponse motrice par rapport à celui de lieu.

### C) *Les conclusions tirées.*

Dans sa revue de question, RESTLE [110] parait avoir résumé le point ultime d'aboutissement des recherches sur l'utilisation des diverses classes d'indices lors de l'acquisition d'une orientation. Reprenant les idées de BLODGETT et de MCCUTCHAN, cet auteur montre qu'il serait vain de vouloir affirmer péremptoirement que le rat utilise tels indices et non tels autres : tout dépend des conditions expérimentales, permettant la différenciation plus ou moins facile des indices de réponse motrice ou de lieu.

C'est ainsi que la méthode de parcours sans correction, que l'appauvrissement de l'environnement en repères locaux, ou que la modification perpétuelle de ces derniers, défavorisent l'apprentissage de lieu et facilitent par contre-coup l'apprentissage de réponse motrice. En somme, du *nombre* des repères de lieu, de leur *constance,* de leur *discriminabilité* et de leur *validité,* dépend la facilité relative de l'un ou de l'autre type d'apprentissage.

C'est donc suivant la théorie de la discrimination des stimulus que Restle conçoit l'orientation spatiale; notamment, plus le sujet dispose d'indices constants et valides, et plus l'acquisition est rapide : c'est le principe d'« additivité des indices ». De la sorte, l'apprentissage de l'orientation correcte au niveau du point de choix d'un labyrinthe en T ne diffère pas de celui de la solution exacte dans une boîte de discrimination.

Ces conclusions théoriques, tirées par un chercheur qui n'est pourtant pas un spécialiste des études de labyrinthe, ont paru clore la controverse relative à l'utilisation des repères de lieu et de réponse, car depuis 1960 ce type de travaux est devenu beaucoup moins fréquent. Nous les avons donc prises comme base d'hypothèses de travail dans nos propres recherches, nous réservant la possibilité de les discuter d'après les résultats obtenus.

Chapitre II

# POSITION DU PROBLÈME ET DÉFINITION DU CADRE EXPÉRIMENTAL

## I. — Délimitation du cadre théorique

Notre champ d'investigations s'est trouvé délimité par le point d'aboutissement de l'évolution des recherches que nous venons de retracer.

Ainsi, nous ne pouvions reprendre le point de vue périphériste des premiers auteurs, consistant à rechercher quels récepteurs sensoriels sont nécessaires à l'orientation dans un labyrinthe complexe situé toujours de la même façon dans le même environnement, de telle sorte que toutes les classes d'indices soient également valides pour déterminer le parcours correct. En effet, les phénomènes de suppléance existent et posent des problèmes difficiles. De plus l'orientation ne relève pas d'un fonctionnement réflexe inné : c'est un phénomène d'apprentissage et ce qui importe, c'est la liaison qui est supposée exister entre les processus d'acquisition et l'utilisation de telle ou telle classe d'indices.

Il nous fallait donc au contraire diriger notre étude sur ce qui apparaît comme le problème crucial en matière d'orientation chez l'animal, c'est-à-dire la comparaison du rôle des deux sortes d'indices dont l'importance est différemment conçue en fonction des différentes théories de l'apprentissage, à savoir : ceux qui dépendent de l'activité motrice du sujet et de ses réponses, et ceux qui n'en dépendent pas, ou encore : ceux de réponse motrice et ceux de lieu, que nous désignerons par les lettres L et Rm dans la suite de notre exposé.

C'est pourquoi nous devions reprendre le point de vue opérationnel des auteurs récents, et mettre en opposition la valeur orientatrice de ces indices, soit au moment de l'apprentissage, l'une des classes d'indices étant valide et non l'autre, soit au moment d'un essai-test où les deux classes d'indices également valides doivent déterminer des orientations opposées. Nous devions donc reprendre les dernières expériences que nous avons citées, en effectuant des comparaisons de pentes de courbes d'apprentissage correspondant à diverses conditions de renforcement, et nous devions également effectuer des épreuves de choix d'orientation après retournement des repères locaux.

Pour résumer les données les plus récentes sur ce problème, Blodgett et McCutchan ont bien apporté une correction aux conceptions de Tolman, et ont complète ainsi la théorie de Hull en précisant les conditions dans lesquelles les stimuli conditionnels d'orientation leur paraissent devoir être les repères locaux ou les indices de réponse motrice; ensuite Webb a bien fait un essai de quantification du passage de certaines de ces conditions aux conditions contraires; enfin Restle a bien donné une interprétation aux données ainsi obtenues. Cependant la question de la nature des indices d'orientation et de leur utilisation chez l'animal ne peut être considérée comme définitivement réglée par ces différents travaux; nous allons maintenant en exposer les raisons et définir ainsi les principaux points dont l'étude nous paraissait devoir être entreprise dans le présent travail.

## II. — Problèmes abordés

### A) *Importance du rôle des indices de réponse motrice.*

#### 1) *Insuffisance de la position de* Blodgett *et* McCutchan.

L'attitude de Blodgett et McCutchan dans leur présentation du rôle des indices de réponse motrice Rm nous semble assez timide et apparaît comme une simple défensive face à la position de Tolman. Le contexte historique n'a probablement pas favorisé une plus grande hardiesse chez ces deux auteurs, car l'échec des théories de Watson

fournissait un sérieux argument à TOLMAN, et ne pouvait que dissuader d'affirmer trop fort l'importance des indices spatiaux fournis par la motricité.

D'autre part on peut sans doute dire qu'en raison de la nature surtout visuelle de notre expérience propre, nous avons peine à concevoir que l'orientation de l'animal ne soit pas guidée avant tout par les repères offerts par l'environnement, et non par une réponse motrice constante. Celle-ci ne semble pouvoir résulter que d'une stéréotypie dûe au surapprentissage; tout anthropomorphisme mis à part, c'est ce que TOLMAN admet fort bien d'ailleurs, et HULL [68] lui-même reconnait qu'il faut un grand nombre de répétitions pour que l'utilisation des indices Rm devienne prédominante sur celle des indices de lieu dans la situation de labyrinthe en forme de lettre F (Cf. page 37). Il apparaît ainsi peu vraisemblable que les indices de réponse motrice puissent servir de base à l'établissement d'une orientation, c'est-à-dire à l'apprentissage d'un parcours déterminé, concurramment aux repères de lieu.

Quoi qu'il en soit, BLODGETT et MCCUTCHAN admettent que, si le rat en a la possibilité, c'est d'après les repères de lieu qu'il se dirigera, et non d'après les indices de réponse motrice dont les potentialités d'utilisation sont inhibées par la disponibilité des repères de lieu. C'est pourquoi ces auteurs ont eu recours à une suppression totale des particularités locales qui constituent ces repères, afin de mettre en évidence la possibilité d'apprentissage d'une réponse motrice : illumination réduite et homogène, murs nus et circulaires, environnement appauvri au maximum, leur ont paru des précautions indispensables à l'obtention de ce résultat, et leurs continuateurs SHARLOCK et WEBB on bien pris garde de s'y conformer également.

Cependant KRECHEWSKY [81] avait affirmé dès 1932 que l'adoption par le rat d'une réponse motrice constante pouvait servir de base à l'acquisition de l'orientation spatiale, et qu'elle en constituait la donnée première au lieu d'en être un produit de dégradation stéréotypée. Mais cet auteur avait changé de domaine de recherche quand TOLMAN et ses élèves réalisèrent leur série d'expériences débutant en 1946, et quand eurent lieu les controverses que ces travaux suscitèrent. L'exemple de KRECHEWSKY, dont nous exposerons plus loin les idées, nous a donc incités à considérer le rôle éventuel des indices fournis par la motricité d'une manière plus favorable encore que ne l'avaient fait BLODGETT et MCCUTCHAN : en effet il paraît vraisemblable que, dans une situation à laquelle l'animal doit s'adapter par un déplacement, ce soit la cons-

tance même de celui-ci qui serve de donnée première à toute orientation. Il y a d'ailleurs là une différence fondamentale entre la situation de labyrinthe et celle de boîte à discrimination, car s'il s'agit bien dans les deux cas d'apprentissages de différenciation d'indices comme le note RESTLE, il n'empêche que l'aptitude à réaliser une telle acquisition à l'aide des indices Rm sera plus importante dans le premier cas que dans le second. KRECHEWSKY avait déjà insisté sur ce point en notant l'absence de corrélation à la réussite aux deux types d'épreuve chez le rat (COMMINS *et al.* [25]).

Pour ces raisons, nous pensons que BLODGETT et MCCUTCHAN n'ont pas encore accordé un rôle suffisant aux indices Rm, ni par conséquent et d'une façon générale, au renforcement de l'activité de l'animal dans une situation donnée, dont toutes les études de conditionnement opérant soulignent cependant l'importance.

Ainsi donc, il nous a paru possible de réaliser l'apprentissage d'orientation selon une réponse motrice en utilisant un éclairement normal et un environnement certes appauvri, mais offrant encore quelque différenciation au lieu d'être totalement privé de repères locaux. Par contre nous voulions laisser au rat le libre exercice de sa motricité, et à cet égard le labyrinthe surélevé des auteurs modernes ne nous paraissait pas satisfaisant. En effet l'animal s'y trouve placé sur une étroite plate-forme et il court des risques de chute qui réduisent ses possibilités d'exploration olfactive et tactile du labyrinthe lui-même et qui l'empêchent surtout de se déplacer aussi vite qu'il pourrait le faire : ce matériel ne permet pas la libre constitution de séquences de réponses motrices.

2) *Choix du matériel.*

C'est pourquoi l'adoption du labyrinthe à gorge nous a paru satisfaire aux conditions que nous recherchions. Tout d'abord en effet, la présence de parois permet au rat de courir sans risquer de tomber à bas de l'appareil : la libre organisation de sa motricité est ainsi assurée, et les indices de réponse motrice doivent s'en trouver d'autant plus faciles à utiliser. D'autre part ces mêmes parois masquent au rat une partie de la pièce de travail, et nous pouvons donc considérer qu'il y a réduction de la disponibilité des repères locaux extérieurs au labyrinthe, que nous appellerons Le dans la suite de cet exposé. Or c'est à ce type de repères, c'est-à-dire à ceux qui sont le plus éloignés du

sujet, que la plupart des auteurs (Hebb [55]; Honzik et Tolman [61]; Tolman *et al.* [143]) attribuent le principal rôle directeur dans l'apprentissage de lieu. Si donc leur possibilité d'utilisation est amoindrie, il y a lieu de penser que l'apprentissage de réponse motrice s'en trouvera réciproquement facilité, en accord aux constatations de Blodgett et McCutchan. Notons à ce propos que les parois du labyrinthe à gorge ne font pas que supprimer des repères, mais qu'elles peuvent également en fournir : nous examinerons plus loin ce problème pour lui-même, mais quoi qu'il en soit, nous pouvons déjà dire que la mise en évidence que nous tentons du rôle des indices Rm sera d'autant plus convaincante qu'un supplément d'indices concurrents, de lieu, aura pu être fourni à l'animal.

**B)** ***Processus d'utilisation des indices spatiaux.***

1) *Quantité d'indices valides et facilité relative d'orientation.*

a) *Discrimination et additivité des indices.*

La conception de Restle [110] constitue une intéressante hypothèse de travail : nous avons vu qu'elle est basée sur la théorie de la discrimination, selon laquelle la réussite à une épreuve d'orientation donnée dépend de la disponibilité relative des indices spatiaux valides et du taux de renforcement des parcours qui sont guidés par les divers types d'indices. Il s'ensuit que si plusieurs d'entre eux sont conjointement valides, leurs actions s'ajoutent pour rendre plus probable le succès final de l'apprentissage. Ce principe d'additivité des indices notamment nous paraissait intéressant à vérifier, d'autant plus que la constitution même du matériel choisi nous permettait de réaliser diverses combinaisons d'indices valides.

b) *Rôle des repères locaux intérieurs au labyrinthe.*

En effet les parois du labyrinthe à gorge offrent à la vue du rat une certaine surface, et favorisent en outre son exploration olfactive et tactile : elles fournissent donc probablement des repères locaux intérieurs au labyrinthe, que nous appellerons Li dans la suite du présent travail. Divers auteurs déjà cités, ainsi que d'autres (de Bray [31]), ont dénié toute valeur orientatrice à ces repères, mais ils uti-

lisaient des labyrinthes surélevés dont l'étroitesse même des branches offre à cet égard moins de possibilités qu'un labyrinthe à allées larges et à parois hautes. De plus ce type de matériel ne limite en rien la vue du rat sur la pièce de travail : ici encore se pose une question de disponibilité relative d'indices, sous forme d'une opposition entre les repères locaux extérieurs Le au labyrinthe et les repères intérieurs Li. Nous avons donc fait l'hypothèse que ces derniers pouvaient guider le rat aussi bien que les précédents, et nous avons donc voulu étudier les effets de la validité, conjointe ou non, de ces deux types de repères.

Nous disposions donc ainsi de trois classes d'indices spatiaux Rm, Le et Li, dont nous pouvions déterminer les possibilités d'additivité selon la théorie de la discrimination.

c) *Réalisation d'un ensemble complet de situations.*

Notons que Restle, qui n'a pas expérimenté lui-même avec un labyrinthe, a basé ses assertions concernant la discrimination et l'additivité des indices, sur des travaux antérieurs qui permettaient de comparer les facilités relatives d'orientation chez des rats qui disposaient des mêmes sortes d'indices dans diverses conditions de validité, toutes autres conditions (matériel, procédure, méthodes, etc...) étant égales d'ailleurs. Or Restle a trouvé peu d'exemples de cette sorte, car l'un des défauts des recherches exposées plus haut est bien leur excessive diversité : en effet ces expériences représentent une multiplicité de conditions expérimentales différentes, et cela ne facilite pas les comparaisons que l'on peut chercher à établir entre elles.

Pour remédier à ce défaut, nous avons considéré comme nécessaire de réaliser un ensemble complet de situations expérimentales qui ne diffèrent entre elles que sous le rapport de la validité des classes d'indices spatiaux mis en jeu : il y en a trois (Rm, Le, Li) dans le labyrinthe à gorge, et cela nous donne huit situations d'orientation qui seront décrites plus loin. En effectuant cette série exhaustive d'expériences avec le même labyrinthe placé toujours dans le même environnement, et en usant toujours de la même procédure, nous pouvions recueillir le maximum de données comparables : pentes de courbes d'apprentissage correspondant à toutes les modalités possibles de renforcement, et taux de choix en faveur de tel ou tel indice lors d'un essai-test.

2) *Evolution de la performance d'orientation.*

a) *Contemporanéité ou succession d'usage des divers indices.*

Restle, reprenant des travaux antérieurs, n'a pu que mettre en rapport les conditions expérimentales définissant chaque problème d'orientation avec la plus ou moins grande facilité de solution finale par l'animal, sans avoir pu suivre la constitution de cette conduite adaptée, ou son échec. Or il n'est pas indifférent de savoir quels sont les phénomènes intermédiaires qui interviennent; notamment, tous les indices exercent-ils simultanément leurs effets comme n'en semble pas douter Restle, ou bien leurs différences de disponibilité n'entraînent-elles pas un certain ordre d'utilisation des uns par rapport aux autres ? Auquel cas par exemple, si la théorie de Blodgett et McCutchan est valable, les indices Rm ne sont-ils utilisés qu'après échec du repérage sur les particularités locales dans la situation d'orientation selon la réponse motrice ? Nous retrouvons ainsi un aspect du problème de l'importance qu'il convient d'attribuer aux indices fournis par la motricité.

b) *Progressivité ou soudaineté de l'acquisition.*

Cet aspect temporel est d'autant plus intéressant qu'il peut permettre d'aborder avec quelque possibilité d'interprétation l'un des principaux points de la controverse entre Tolman et Hull : l'acquisition de l'orientation s'effectue-t-elle par structuration soudaine du champ perceptif, ou bien de façon graduelle en fonction du renforcement des réponses motrices correctes ? D'ailleurs, ce caractère temporel est-il lié à la nature des indices valides, c'est-à-dire la soudaineté à l'orientation vers un lieu, et la progressivité à l'apprentissage d'une réponse motrice, l'inverse n'étant pas possible ? Ou bien au contraire n'est-ce qu'une conséquence des mécanismes de discrimination mis en jeu, quelle que soit la nature des indices sur lesquels ils s'exercent ?

Telles sont les diverses questions auxquelles nous nous sommes efforcés de répondre.

Chapitre III

# MATÉRIEL ET MÉTHODES

## I. — Matériel

### A) *Appareillage et local d'expérience.*

Dans toutes nos expériences nous utilisons le même labyrinthe de bois en forme de croix (Fig. 11), toujours placé au même endroit dans la pièce de travail dont aucun détail visible pour le rat n'a jamais été modifié. Parmi les repères visuels que cet environnement présentait, les plus aisément discernables nous ont paru être, d'une part une manche à air conditionné disposée horizontalement sous le plafond du côté dénommé « Est » (Fig. 12), et d'autre part un rideau replié dont la forme grise s'élevait le long du mur « Ouest ». La cage dont est extrait le rat pour être introduit dans le labyrinthe est toujours placée au même endroit; le sujet ne la voit pas, mais il peut entendre le bruit qu'y font ses congénères et trouver là un repère local auditif (Ritchie [112]). Ainsi peut-on tenir pour constants les divers repères locaux dont disposent les rats au cours des différentes expériences que nous avons effectuées.

Le labyrinthe est formé de deux chambres d'introduction longues de 40 cm, et de deux branches de but longues de 60 cm qui se terminent par deux chambres à nourriture assez vastes pour contenir aisément le rat qui y pénètre. Ces quatre branches sont des allées en gouttière larges de 11 cm, à parois hautes de 15 cm, recouvertes chacune d'une lame de plexiglass. Ainsi le rat peut-il voir à l'extérieur du labyrinthe et se repérer sur des accidents locaux distants de lui, mais ceci est strictement limité par la hauteur des parois de bois et par l'impossibilité où il se trouve de faire dépasser sa tête au-dessus de celles-ci.

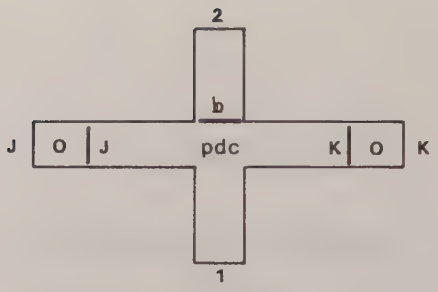



FIG. 11

*Plan du labyrinthe*

1, 2 : branches d'introduction
J, K : branches de but
j, k : portes des chambres à nourriture
pdc : point de choix ou carrefour
b : barrière fermant la branche d'introduction non utilisée

Le raccord des lames transparentes couvrant les deux branches de but se fait de façon symétrique à l'aplomb du point de choix, de façon à ne pas créer en cet endroit de repère de lieu intérieur au labyrinthe. Par contre, les parois étant de bois nu, il est possible que le rat ait pu y prendre des repères proches, tels que : présence de nœuds dans le contre-plaqué, ou de taches de colle; sens et largeur des fibres ligneuses; odeur particulière en un point, etc... c'est-à-dire en somme des indices minimes pour un observateur humain, mais dont on ne doit pas négliger la possibilité de perception chez le rongeur.

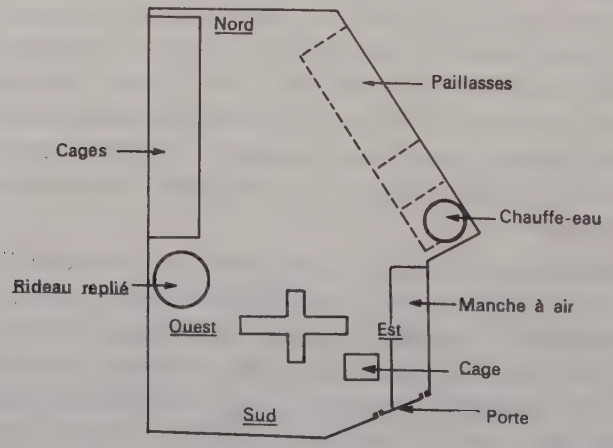



FIG. 12

*Situation du labyrinthe dans la pièce d'expérience; principaux objets visibles ou audibles pouvant servir de repères*

Les ombres portées par les parois des allées à l'intérieur de celles-ci constituent des repères intérieurs au labyrinthe, mais elles sont cependant en rapport direct à la situation de la principale source de lumière qui est, elle, au contraire, un repère local extérieur à l'appareil : il y a là une ambigüité qui peut rendre très délicate l'appréciation des repères locaux utilisés par le rat. Nous avons éliminé toute difficulté d'interprétation concernant ce point en plaçant notre labyrinthe à l'aplomb du vasistas de la pièce d'expérience, dont c'est la source d'éclairement en lumière naturelle (les expériences sont effectuées pendant la journée, entre 10 h. et 17 h.). Ainsi éclairé de façon diffuse par le dessus, notre appareil ne présente aucune projection interne d'ombres susceptible de fournir un repère local.

Pour pénétrer dans la chambre à nourriture, le rat doit en pousser la « porte », qui est une plaque de duralumin à charnière articulée au « plafond » de l'appareil. Elle bascule donc autour d'un axe horizontal (et non vertical comme celui d'une porte ordinaire) afin de ne donner au rat aucun repère local de latéralité. Néanmoins de minimes stries dûes à l'usinage du métal diffèrent d'une plaque à l'autre et peuvent constituer un repère lors d'une inspection rapprochée de leur surface.

Ces portes ne ferment les chambres à nourriture que jusqu'à 1,5 cm du sol, mais le rat ne peut cependant voir par dessous s'il y a de la nourrriture derrière elles, car celle-ci est disposée sur un taquet de bois cylindrique, haut de 2,5 cm environ. Ainsi, à partir du point de choix et même de plus près encore, le rat ne peut pas voir où se trouve l'aliment; il ne peut pas davantage le sentir, d'ailleurs, en se guidant sur son odeur éventuelle : l'incapacité persistante de certains de nos groupes expérimentaux à localiser la nourriture, en raison de la difficulté de la tâche d'orientation qui leur était proposée, en apporte une preuve. D'ailleurs le rat ne flaire la nourriture que de tout près, et il paraît difficile sinon impossible d'obtenir de lui une orientation à distance basée sur l'odorat (Liggett [89]).

La porte de chaque branche d'introduction s'articule au plancher et se rabat verticalement, ce qui ne donne au rat aucun repère de latéralité. La branche d'entrée non utilisée lors de chaque essai est fermée, à son débouché sur le carrefour, de façon à faire du labyrinthe en croix un labyrinthe en forme de lettre T; la fermeture en est réalisée au moyen d'une plaque de carton de teinte sombre et unie, offrant un minimum de repères locaux et toujours placée de façon identique entre deux rainures.

**B)** ***Sujets employés; motivation mise en jeu.***

Les rats que nous avons employés sont tous de même souche (Wistar CF), de même âge (3 mois) et de même sexe (femelles); ils proviennent du même élevage (C.N.R.S., à Gif-sur-Yvette). Nous avons ainsi réduit au minimum les variables biologiques afin de faciliter la comparaison de nos divers groupes expérimentaux.

Ces rats, doux et « explorateurs », mais facilement effrayés, sont identiques à ceux qu'utilisent en général les chercheurs américains dont nous avons cité plus haut les travaux.

Dans leur cage d'habitation, où ils sont groupés par trois ou quatre, nos sujets reçoivent une ration d'appoint, constante d'un jour sur l'autre pendant l'expérience, et consistant en aliment synthétique pour rats de laboratoire (U.A.R.); elle représente environ les 2/3 de leurs besoins normaux; le complément est assuré par les six morceaux de biscuit sec (« Petit-Beurre ») que reçoit chaque animal au cours de chaque session journalière d'expérience, et pour la consommation duquel nous lui laissons tout le temps nécessaire. Cette nourriture est appréciée des rats, qui délaissent l'aliment U.A.R. (pourtant mieux « équilibré ») pour manger d'abord du biscuit si on leur en donne l'occasion.

Nos rats sont ainsi maintenus en état de jeûne léger au moment de l'expérience, et nous mettons à profit les deux types de motivation alimentaire : le besoin énergétique, et la « palatabilité » de la nourriture servant de récompense.

## II. — Procédure expérimentale

**A)** ***Déroulement général de l'expérience.***

L'expérience dure en général de deux à trois semaines au cours desquelles se succèdent trois phases :

1) *Familiarisation.*

Pendant une semaine au moins nous donnons chaque jour à manger dans la main aux rats déjà mis en état de jeûne léger, et nous les accou-

tumons à être manipulés, à explorer d'autres lieux que leur cage et à y consommer du biscuit.

2) *Pré-apprentissage.*

Nous abordons ensuite une phase introductive à l'expérimentation proprement dite au cours de laquelle les rats sont mis en contact avec le labyrinthe, l'introduction s'effectuant par le dessus de l'appareil, entre les deux branches de but; il n'y a donc pas encore de carrefour à ce stade, et donc aucun problème de choix d'orientation. Cette phase, reprise de Tolman [141], se divise en trois étapes :

a) Tout d'abord, le rat est introduit directement dans l'une des branches de but, close au niveau du carrefour : il doit simplement ne pas chercher à s'enfuir, mais pousser la porte de la chambre à nourriture, pénétrer dans celle-ci et y manger. Cette accoutumance aux lieux favorise indéniablement la suite de l'apprentissage (Hall [51]).

b) Ensuite les deux cartons qui ferment les branches d'introduction sont mis en place simultanément, et le rat est introduit directement entre eux, c'est-à-dire au milieu du couloir ainsi formé, qui va d'une chambre à nourriture à l'autre. L'animal apprend à parcourir ce couloir et à manger dans les deux chambres successivement.

c) Enfin on applique la même procédure que précédemment, mais une seule chambre est garnie de nourriture : le rat apprend à ne pas rester dans celle où il n'y a rien à manger s'il s'y est rendu tout d'abord, mais à gagner l'autre où il trouve le biscuit.

Lors de chacune de ces trois étapes, le rat est soumis à six essais par jour. Il apprend ainsi finalement deux particularités du labyrinthe dans lequel il va devoir se diriger : la nourriture peut se trouver dans l'une ou l'autre des deux chambres, et il est possible de passer de l'une à l'autre de celles-ci.

Chaque cage, considérée comme groupe de trois ou quatre rats, est soumise à l'expérience à son tour, toujours au même moment de la journée, de façon à ce que les sujets se trouvent toujours dans le même état de privation alimentaire depuis la veille. Chaque rat de chaque cage est introduit à son tour dans le labyrinthe, ce qui délimite un intervalle d'environ dix minutes entre deux essais. Cet aspect temporel de la procédure reste inchangé au cours de la phase suivante, qui constitue l'expérimentation proprement dite.

3) *Expérience proprement dite.*

a) *Apprentissage.*

La phase précédente était destinée à familiariser le sujet avec la situation et notamment avec les repères de lieux proches ou distants de lui. A présent, il s'agit de faire acquérir au rat une discrimination portant soit sur ces repères, soit sur les indices fournis par ses propres réponses motrices, soit sur les deux à la fois. Pour ce faire, on fait entrer l'animal dans l'appareil par la branche d'introduction, de sorte que la situation se présente à lui essentiellement comme une bifurcation où il faut choisir celle des deux voies qui permet de se rendre directement à chaque essai dans la chambre où se trouve la nourriture.

La validité des indices susceptibles de guider ce choix d'orientation est déterminée par la situation de la nourriture dans l'une ou l'autre chambre, et par des permutations adéquates, d'essais en essais, du sens d'introduction du rat dans le labyrinthe ainsi que de l'orientation de cet appareil dans la pièce d'expérience. Ces modalités seront décrites et schématisées plus loin, à propos des résultats obtenus pour chaque type d'orientation.

Le rythme de ces permutations est une double alternance, du type GDDGGD ou DGGDDG ; cette procédure, également reprise de Tolman [141], répond à la crainte que le rat n'apprenne comme critère d'orientation le schéma d'alternance si cette dernière est simple, du type DGDGDG. Nous avons cependant vérifié que, sur 36 essais, les rats sont tous incapables d'une telle acquisition (cf. page 72) et donc que cette crainte n'est pas fondée : à plus forte raison le schéma de double alternance nous offre-t-il toute sécurité sous ce rapport. Les études de Hunter [70] sur le labyrinthe temporel peuvent également nous rassurer sur ce point.

La procédure adoptée est la méthode de parcours libre ou « avec correction des essais » (cf. page 42) selon laquelle le rat, une fois qu'il est introduit dans le labyrinthe, est laissé libre de se déplacer jusqu'à ce qu'il trouve la nourriture; notamment s'il pénètre d'abord dans la chambre à nourriture vide, il peut ensuite aller directement dans celle qui est garnie, comme il a appris à le faire à la fin du pré-apprentissage. Cette procédure ne favorise pas autant l'apprentissage d'une réponse motrice que le fait celle de parcours non-corrigé ou « sans correction

des essais » (Cf. page 42) comme l'ont montré HULL et SPENCE [69] ainsi que TOLMAN, RITCHIE et KALISH [143], mais elle est la seule qui soit appliquable dans le cas de notre labyrinthe à allées couvertes : en effet la méthode sans correction impose des manipulations du rat en cours d'essai qui ne sont aisément réalisables que sur un labyrinthe surélevé, dont l'absence de parois permet facilement de saisir l'animal.

Ainsi donc, pendant six jours au plus, à raison de six essais quotidiens distribués à environ dix minutes d'intervalle, chaque rat est soumis au problème d'orientation jusqu'à ce qu'il effectue dix parcours de suite sans erreur (voir ci-après la cotation des performances). Nous n'avons donc jamais considéré d'apprentissage s'étendant sur plus de 36 essais.

b) *Retournement des repères locaux et réapprentissage.*

Lorsque le rat a appris une orientation sur la base de deux indices ou repères à la fois, il est intéressant de mettre en opposition ces données spatiales pour savoir si l'une d'elles joue un rôle prépondérant, et laquelle; la proportion de choix d'orientation guidés à cette occasion par l'un et par l'autre repère en donne une estimation.

La mise en opposition des indices se réalise en inversant un rapport spatial jusque là stable dans la situation, tel que le sens d'introduction du rat dans le labyrinthe, ou l'orientation de ce dernier dans la pièce de travail. On peut ainsi amener à la droite du sujet des repères qui se trouvaient tout d'abord à sa gauche, et inversement, ce qui peut entrer en conflit avec l'habitude motrice prise de tourner dans un sens déterminé; il est également possible de séparer des repères locaux intérieurs et extérieurs à l'appareil qui étaient situés les uns en face des autres durant l'apprentissage. Nous verrons plus loin, dans la partie « Résultats », les schémas de telles inversions à propos des expériences d'orientation qui ont donné lieu à cette épreuve d'opposition et de choix.

Quel qu'il soit, le retournement oblige à définir d'une nouvelle façon l'orientation correcte, laquelle va maintenant répondre à un seul des deux indices antérieurement valides. C'est ce que nous avons fait, en divisant à chacune de ces occasions notre population de sujets en deux sous-groupes correspondant respectivement à chacun des deux indices resté pertinent. Eventuellement, nous avons poursuivi les essais sur plusieurs sessions journalières, de façon à réaliser un réapprentissage dont nous avons comparé la difficulté pour l'un et l'autre sous-groupes.

Les rats soumis au retournement et au réapprentissage sont ceux qui ont réussi dix essais consécutifs (critère d'apprentissage) ou, à défaut, une séquence de douze essais ne comportant qu'un seul parcours « semi-correct » (voir plus loin : cotation des performances). Ainsi avons-nous pu utiliser un maximum de sujets qui, de toutes façons, sont soumis à deux essais de contrôle supplémentaires (faisant également office de mise en train, ou « warm-up ») dans les conditions de l'apprentissage juste avant le retournement.

**B)** ***Cotation des performances observées.***

Nous avons repris le critère de réussite défini par TOLMAN : le rat doit aller directement du point de départ jusquà la nourriture, sans s'engager dans la branche de but incorrecte, sinon l'essai est manqué. Néanmoins nous avons trouvé cette sévérité excessive, et parmi les essais manqués nous avons distingué deux cas bien différents : tout d'abord le « parcours erroné » suivant lequel le rat pénètre dans la chambre à nourriture qui est vide et commet donc une erreur complète, mais également le « parcours semi-correct » au cours duquel il rebrousse chemin avant d'avoir poussé la porte de cette chambre vide, l'erreur étant donc mineure. Nous avons classé chaque essai dans l'une des trois catégories ainsi définies, et nous avons tracé trois courbes d'acquisition pour chacune des tâches d'orientation, comme on le verra plus loin dans nos résultats.

Dans la discussion de ces résultats, nous aurons d'ailleurs à revenir sur les inconvénients de la définition de l'essai réussi selon TOLMAN, et nous pourrons utiliser nos données expérimentales concernant les parcours « semi-corrects » pour réfuter les hypothèses implicites qui ont fait choisir cette définition.

Quant un rat réussit dix essais consécutivement selon la définition de TOLMAN, nous considérons qu'il a appris l'orientation correcte. Ce critère d'apprentissage, repris lui aussi de TOLMAN, est bon : jamais en effet nous n'avons observé qu'un rat ayant atteint ce niveau de performance commette ensuite une erreur si on le soumet à des essais supplémentaires.

## Chapitre IV

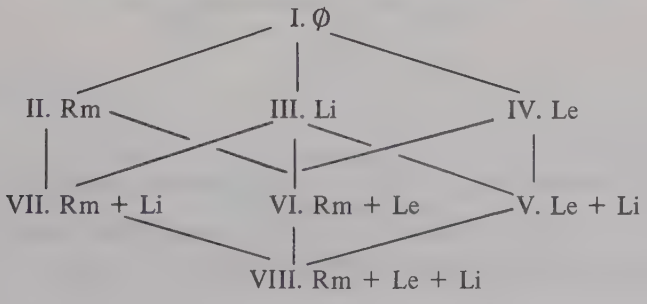
# RÉSULTATS

Chacune des huit expériences, représentant l'ensemble des combinaisons possibles à partir des trois types d'indices valides R, Li et Le, constitue un chapitre séparé, avec indication résumée des données recueillies et schémas explicatifs.

Il est à noter que chaque expérience n'est d'abord effectuée que sur un nombre réduit de sujets (cinq à huit), de façon à voir si l'apprentissage est possible ou non. Dans l'affirmative, nous reprenons un plus grand nombre de sujets afin de déterminer avec précision la forme de la courbe d'apprentissage et le taux de sujets qui accèdent au critère. C'est pourquoi les effectifs de sujets sont faibles dans le cas des tâches d'orientation impossibles à réussir pour les rats, tandis que les tâches donnant lieu à acquisition concernent des effectifs supérieurs.

Nous avons choisi de présenter l'essentiel de nos résultats sous cette forme condensée, d'autant plus que certaines expériences ont déjà été publiées par ailleurs avec davantage de détails (Blancheteau [6]; Blancheteau *et al.* [7], [8], [9]).

Le plan d'expérience constitué par nos huit conditions d'orientation peut se représenter sous la forme du graphe ci-dessous où chacune d'elles est désignée par l'initiale des indices spatiaux valides qui la caractérisent. Le numéro en chiffres romains porté sur chaque point du graphe ainsi défini est celui du paragraphe correspondant à chaque condition expérimentale dans la relation des résultats qui va suivre.



## I. — Orientation sans repères valides (∅)

### A) *Apprentissage.*

1) *Définition de la tâche.*

Aucun indice n'est pertinent, si ce n'est l'alternance simple de l'emplacement de la nourriture (Fig. 13), d'un essai sur l'autre (Cf. page 67).

— Labyrinthe : en position fixe;
— Sens d'introduction du rat : toujours le même;
— Branche d'introduction : toujours la même;
— Position de la nourriture : elle est changée lors d'un essai sur deux, d'une chambre à l'autre.

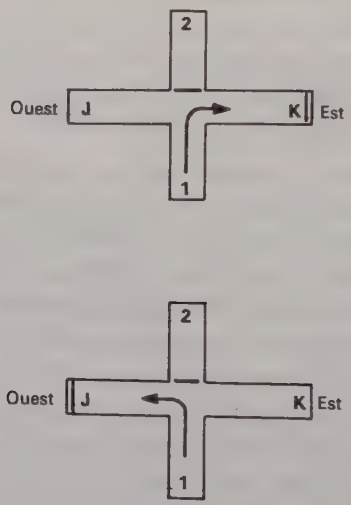



Fig. 13
*Position de la nourriture dans la situation d'orientation sans repères valides ∅*

2) *Nombre de sujets :* 5 rats.

3) *Résultats.*

Il n'y a aucun apprentissage : le taux de réussite oscille autour de 50 % (Fig. 14).

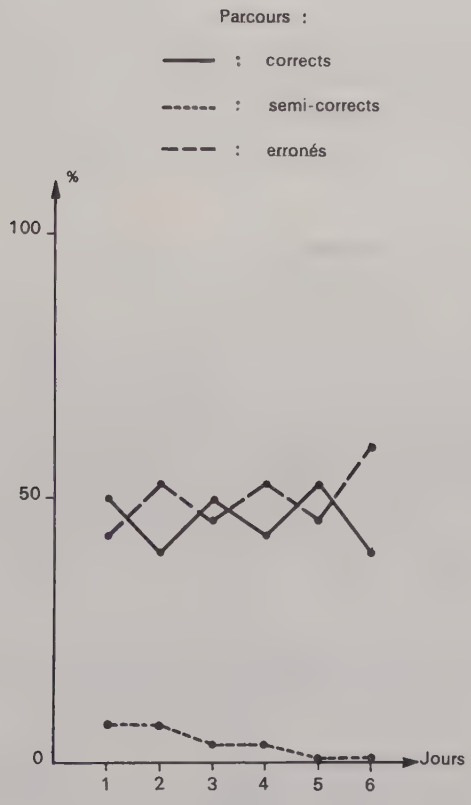



Fig. 14

*Evolution du taux d'essais réussis dans l'orientation sans repères valides ∅, exprimée en pourcentage d'essais journaliers*

4) *Conclusions.*

— Les rats sont incapables d'intégrer une séquence d'alternations simples, du moins en 36 essais;

— Aucune orientation n'est déterminée, au niveau du point de choix, par l'odeur éventuelle du biscuit.

5) *Observations.*

Confrontés à l'insolubilité du problème qui leur est posé, les rats tendent à *choisir* un ensemble d'indices $R_m + Li + Le$. En effet, dès le 5e jour, chaque rat finit par tourner toujours dans le même sens et par aller au même lieu, bien que cette conduite ne permette de réussir qu'un essai sur deux; d'ailleurs un résultat semblable avait déjà été obtenu par Lawrence et Mason [88]. Notons à ce propos qu'il est donc exclu que l'intervalle séparant deux essais soit assez court pour provoquer l'alternance des réponses.

**B) *Retournement des repères.***

1) *Nouvelle tâche.*

Le labyrinthe est laissé en place, mais le sens d'introduction des rats est inversé (Fig. 15). Six essais sont donnés dans ces conditions, la position de la nourriture continuant d'être alternée.

2) *Nombre de sujets :* les 5 rats mentionnés plus haut.

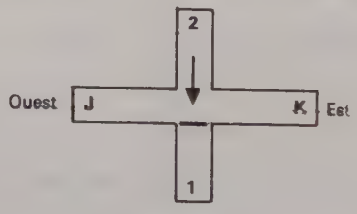



Fig. 15
*Retournement des repères locaux dans l'orientation* ∅

3) *Résultats.*

Lors de 5 essais sur 6, deux rats s'orientent en accord aux indices de réponse motrice qu'ils se sont choisis eux-mêmes au cours de l'apprentissage; leur latence moyenne de parcours est de 1,3 s contre 1,2 s la veille : ils vont aussi vite qu'auparavant, sans hésiter; c'étaient les rats qui avaient les premiers manifesté une systématisation de leurs réponses, et avaient donc le plus d'exercice sous ce rapport. Par contre,

chez les trois autres rats, aucun choix net n'a pu être observé, et la latence de parcours qui était la veille de 3,1 s s'est élevée à 6,2 s en moyenne.

4) *Conclusion.*

Il semble que ce soient les indices de réponse motrice, plutôt que ceux de lieu, qui déterminent le choix d'une orientation quand aucun indice n'est pertinent; cependant le retournement des repères locaux peut troubler l'orientation ainsi établie, lorsque son adoption par le rat est relativement récente.

*Nota :* Nous avons refait cette expérience, cette fois avec huit rats mâles et en plaçant la cage du côté Ouest de la pièce (Cf. Fig. 12), et nous avons ainsi retrouvé des résultats identiques aux précédents, c'est-à-dire : l'absence d'apprentissage de la tâche, l'adoption d'une orientation constante ne menant au but qu'une fois sur deux, et la prédominance très nette des indices de réponse motrice dans la réorientation après retournement des repères chez tous les sujets lorsque, après qu'ils aient effectué vingt parcours consécutifs orientés de la même façon, leur sens d'introduction dans le labyrinthe est inversé (Fig. 15).

## II. — Orientation selon une réponse motrice constante ($R_m$)

***Apprentissage seul.***

1) *Définition de la tâche.*

Seuls les indices de réponse sont pertinents, le rat trouvant sa nourriture tantôt dans le lieu Le + Li, tantôt dans le lieu opposé Le′ + Li′, mais toujours à la suite d'une réponse $R_m$ et jamais à la suite de son inverse $R_m'$ (Fig. 16).

— Labyrinthe : en position fixe;

— Sens d'introduction du rat : inversé tous les deux essais;

— Branche d'introduction : changée tous les deux essais;

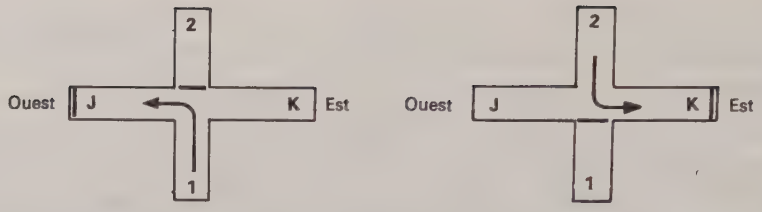



Fig. 16

*Position de la nourriture dans l'orientation selon la réponse motrice Rm. Ici la réponse correcte est un tournant à gauche.*

— Position de la nouriture : elle se trouve dans la branche de but qui se trouve toujours à gauche (par ex.) du rat lorsqu'il arrive au point de choix.

2) *Nombre de sujets :* 19 rats.

3) *Résultats.*

Il y a acquisition très nette, la proportion d'essais réussis croissant de 38 % à 75 % en six jours. Cependant 50 % seulement des rats atteignent le critère d'apprentisage dans ce laps de temps (Fig. 17 et 18).

4) *Conclusion.*

Les indices de réponse motrice, à eux seuls, sont suffisants pour permettre aux rats de s'orienter correctement dans un labyrinthe à gorge. Cependant tous les sujets ne maîtrisent pas cette tâche.

5) *Observations.*

Parmi les sujets n'ayant pas atteint le critère d'apprentissage au dernier jour, 5 se dirigent au hasard, semble-t-il (en tout cas *aucun* ne cherche à se rendre toujours au même *lieu*), et les 4 autres s'orientent bien seln les indices de réponse motrice, mais il s'agit de la réponse *inverse* de celle qui est requise. Ces derniers rats tournent régulièrement dans le sens incorrect et pénètrent dans la chambre vide avant de courir directement à celle qui est garnie. Ce parcours complexe est effectué à une vitesse aussi grande que le parcours simple des rats qui ont appris

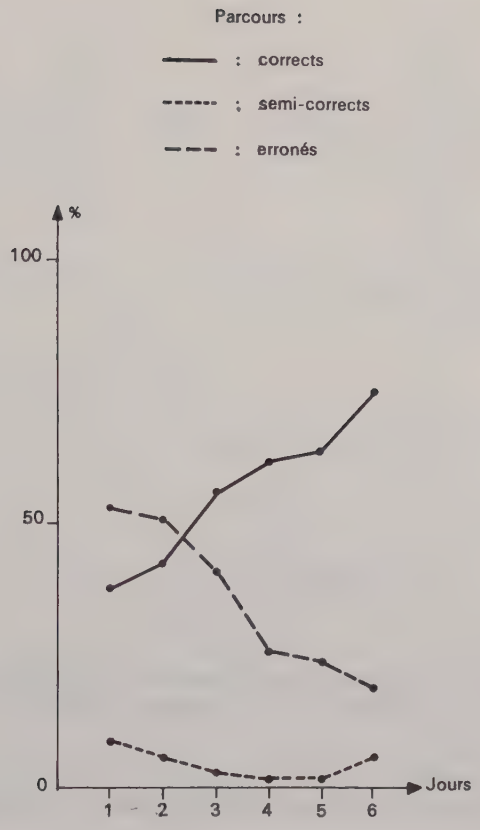



FIG. 17
*Evolution du taux de réussite dans l'orientation Rm exprimée en pourcentage d'essais journaliers*

à tourner du côté correct. Nous ne sommes pas les premiers à avoir observé ce comportement inattendu : WILCOXON et WATERS [158] en font mention, en ajoutant d'ailleurs avoir ecarté de l'expérience de tels sujets; probablement ne sont-ils pas les seuls à avoir adopté une telle attitude vis-à-vis de ce phénomène, et il est très possible que d'autres chercheurs aient également observé des sujets à réponse motrice inverse et n'en aient pas fait mention expresse, se contentant de les considérer comme des rats n'ayant pas acquis la performance d'orientation requise, sans plus.

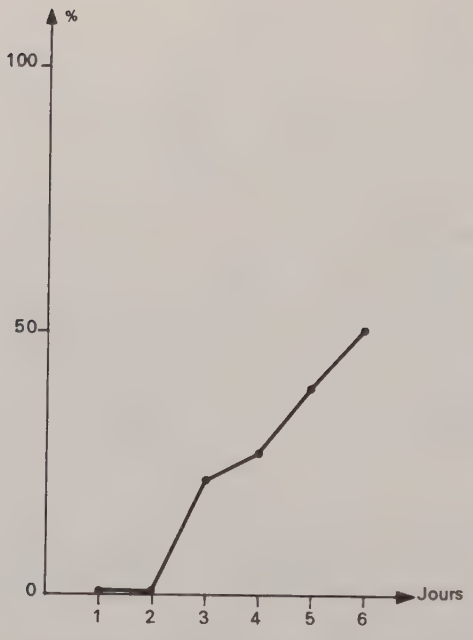



Fig. 18

*Evolution de la proportion de sujets parvenant au critère d'apprentissage de l'orientation selon la réponse motrice Rm.*

## III. — Orientation vers un lieu intérieur au labyrinthe (Li)

***Apprentissage* seul.**

1) *Définition de la tâche.*

Le rat doit aller tonjours dans la même branche de but (Li), en tournant soit à droite, soit à gauche ($R_m$ ou $R_m'$) et en allant soit vers le mur Est, soit vers le mur Ouest (Le ou Le′) : seuls les repères locaux internes internes au labyrinthe sont valides (Fig. 19).

— Labyrinthe : retourné à 180° tous les deux essais;

— Sens d'introduction du rat : toujours le même (Nord, par ex.) ;

— Branche d'introduction : changée tous les deux essais;

— Position de la nourriture : elle se trouve toujours dans la même branche de but (J, par ex.).

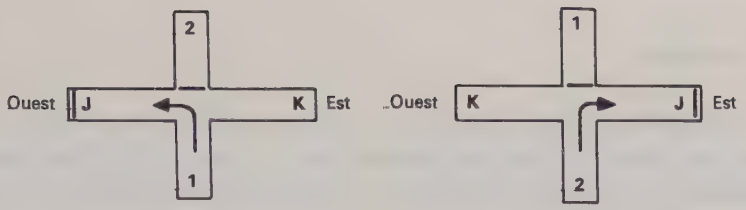



Fig. 19

*Position de la nourriture dans l'orientation vers un lieu intérieur au labyrinthe : ici le repère local Li correct est formé par la branche J*

2) *Nombre de sujets :6 rats.*

3) *Résultats :* il n'y a aucun apprentissage, sauf chez un seul rat (Fig. 20).

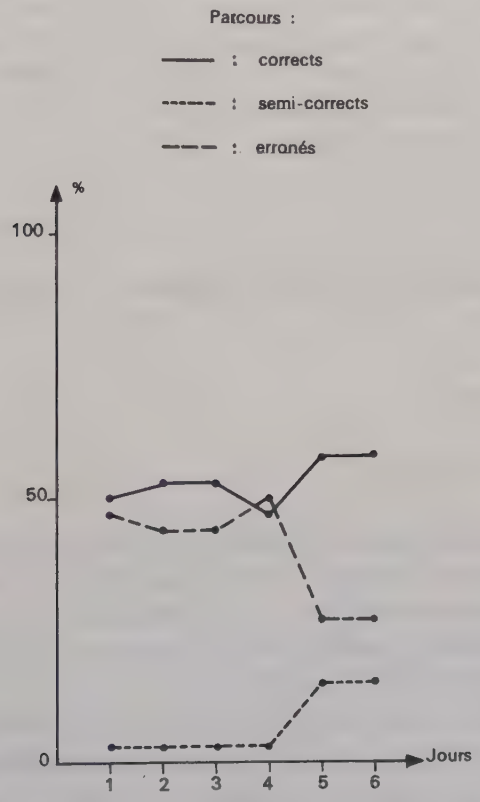



Fig. 20

*Evolution du taux de réussites dans l'orientation Li exprimée en pourcentage d'essais journaliers.*

4) *Conclusion.*

Les repères de lieux intérieurs au labyrinthe à gorge ne permettent pas, à eux seuls, l'orientation correcte du rat; nous retrouvons ainsi la conclusion d'auteurs tels que Tolman ou Hebb qui ont utilisé des labyrinthes surélevés.

5) *Observations.*

Le rat mentionné plus haut comme ayant maîtrisé la tâche n'a cependant pas atteint le critère d'apprentissage, mais sur ses 22 derniers essais, il n'y a eu que deux « parcours erronnés » : ses essais non réussis étaient donc surtout des « parcours semi-corrects ». Or il semble bien que ce soit par l'inspection des portes de chaque chambre à nourriture qu'il ait discriminé celle qu'il convenait d'ouvrir, ou non. Cette conduite l'obligeait toutefois à pénétrer de temps à autre dans la branche de but incorrecte, d'où essai non réussi.

## IV. — Orientation vers un lieu extérieur au labyrinthe (Le)

***Apprentissage* seul.**

1) *Définition de la tâche.*

C'est exactement l'inverse de la tâche précédente : seuls les repères locaux extérieurs au labyrinthe sont valides (Fig. 21). Par exemple, le rat doit se dirriger toujours vers le mur Ouest (Le), en tournant soit à droite, soit à gauche ($R_m$ ou $R_m'$), et en s'engageant soit dans la branche J soit dans la branche K (Li ou Li').

— Labyrinthe : retourné à 180° tous les deux essais;
— Sens d'introduction du rat : inversé tous les deux essais;
— Branche d'introduction : toujours la même (1, par ex.) ;
— Position de la nourriture : dans la chambre qui est tournée vers un mur donné de la pièce (Ouest, par ex.).

2) *Nombre de sujets :* 8 rats.

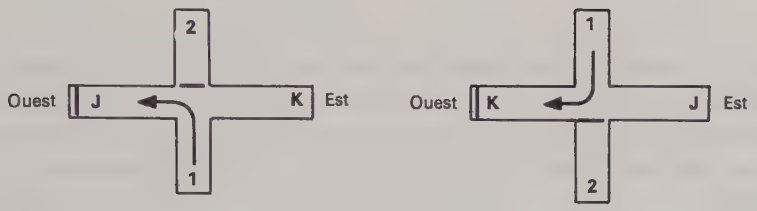



FIG. 21

*Position de la nourriture dans l'orientation vers un lieu extérieur au labyrinthe : ici le repère local Le correct est formé par le côté Ouest de la pièce.*

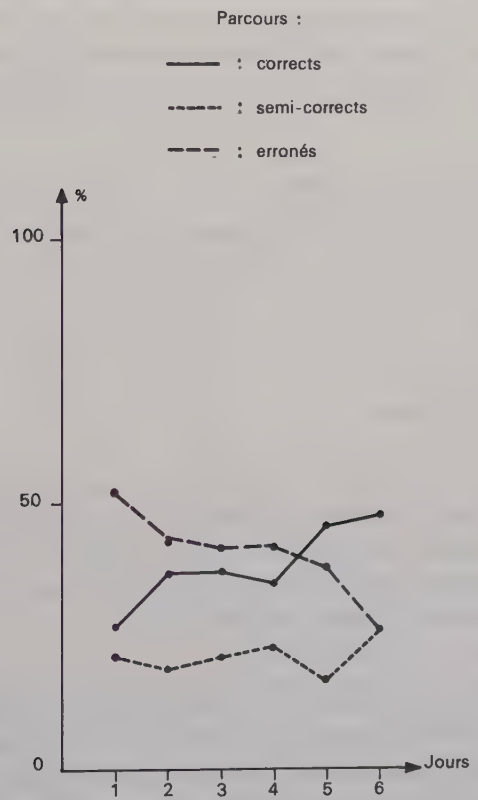



FIG. 22

*Evolution du taux de réussites dans l'orientation Le exprimée en pourcentage d'essais journaliers*

3) *Résultats.*

Il n'y a aucun apprentissage, sauf chez un seul animal (fig. 22) qui réussit 10 essais de suite lors des deux derniers jours. Un autre sujet, sans atteindre ce critère, paraît également améliorer sa performance en ce qu'il effectue moins de « parcours erronés », mais il va et vient beaucoup de part et d'autre du point de choix, de sorte que ses parcours qui ne sont pas « erronés » ne sont en fait que « semi-corrects » (fig. 22).

4) *Conclusion.*

Les repères de lieu extérieurs au labyrinthe à gorge ne permettent guère, à eux seuls, l'orientation correcte du rat, du moins lorsque le nombre d'essais est limité à 36 comme c'est notre cas. Ce résultat diffère nettement de celui de Tolman, [141] obtenu avec un labyrinthe surélevé.

## V. — Orientation vers un ensemble local (Le + Li)

### A) *Apprentissage.*

1) *Définition de la tâche.*

Une branche de but (Li) est toujours tournée vers le même mur de la pièce (Le), et le rat doit s'y rendre à partir de l'une ou l'autre branche d'introduction en tournant soit à droite ($R_m$), soit à gauche ($R_m$') : l'ensemble des repères Li + Le est valide, alors que les indices de réponse motrice ne le sont pas (Fig. 23).

- Labyrinthe : en position fixe;
- Sens d'introduction du rat : inversé tous les deux essais;
- Branche d'introduction : changée tous les deux essais;
- Position de la nourriture : elle se trouve toujours dans la même chambre (K, par ex.) face au même mur (Est, par ex.).

2) *Nombre de sujets :* 18 rats.

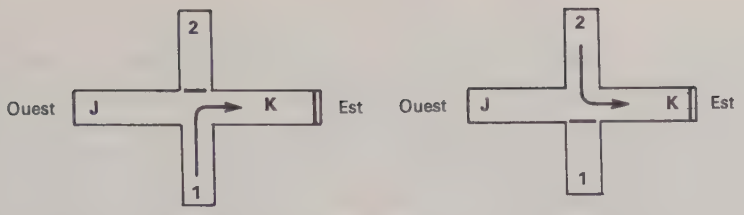



FIG. 23

*Position de la nourriture dans l'orientation vers un ensemble local Le + Li; ici le repère valide est l'ensemble K-Est.*

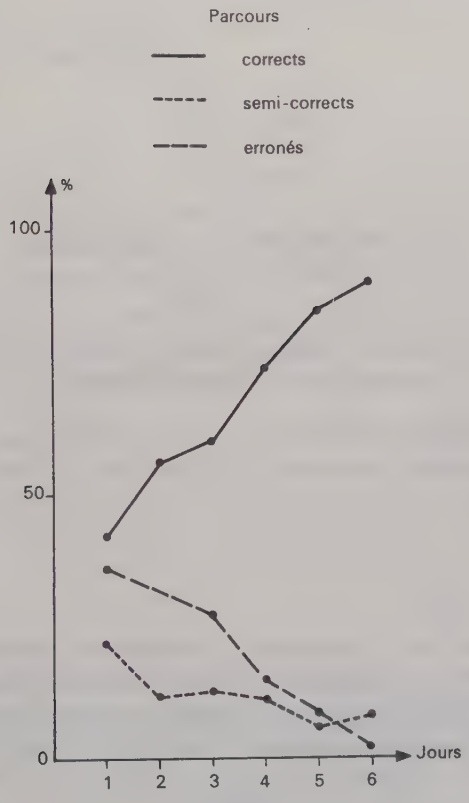



FIG. 24

*Evolution du taux de réussite dans l'orientation vers un ensemble local Le + L, exprimée en pourcentage d'essais journaliers.*

### 3) *Résultats.*

La moitié (55 %) de l'effectif des sujets parvient à atteindre le critère d'apprentissage : ce niveau de maîtrise de la tâche est sensi-

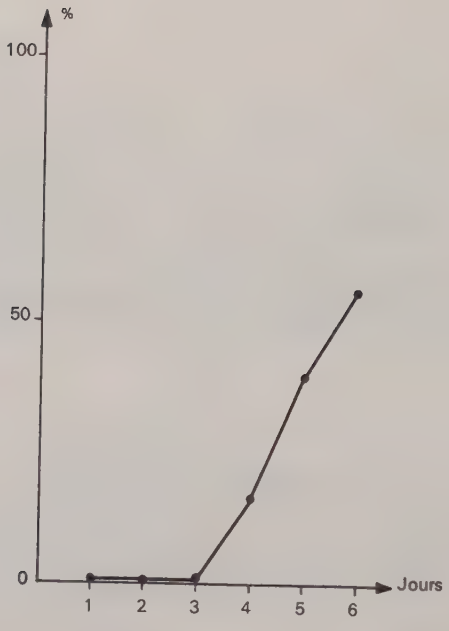



FIG. 25

*Evolution de la proportion de sujets parvenant au critère d'apprentissage de l'orientation vers un ensemble local Le + Li.*

blement le même que celui des rats à orientation $R_m$. Par contre le taux d'essais réussis est supérieur : il passe en six jours de 42 à 90 % (FIG. 24 et 25).

4) *Conclusion.*

Les repères de lieu intérieurs et extérieurs *conjoints* permettent au rat de s'orienter correctement. Il y a donc une complémentarité nécessaire entre ces deux types de repères locaux, du moins dans le cas de notre matériel d'expérience.

5) *Observation.*

Chez aucun sujet nous n'avons constaté d'orientation inverse de celle qui est requise, comme dans le cas de l'orientation $R_m$ (voir plus haut); les rats qui n'apprennent pas continuent à réussir environ autant d'essais qu'ils font d'erreurs. Ces essais réussis s'ajoutent à ceux des rats qui ont parfaitement appris, et cela peut rendre compte, nous

semble-t-il, du décalage que l'on constate entre les taux de succès finaux des groupes Le + Li d'une part, et $R_m$ d'autre part, alors que la population de sujets qui accèdent au critère est sensiblement la même dans les deux cas. En effet, dans l'orientation $R_m$, une partie des rats qui n'apprennent pas font systématiquement le parcours erroné et n'apportent aucun essai réussi à la performance d'ensemble des sujets, tandis que rien de semblable ne se produit dans le cas de l'orientation de lieu Le + Li.

## B) *Retournement des repères.*

### 1) *Nouvelle tâche.*

Pour un certain nombre de rats ayant réussi dix essais de suite (Cf. page 69), on retourne le labyrinthe de 180°, de façon à ce que la chambre J soit tournée vers le mur Est et non plus Ouest comme précédemment, et vice-versa (Fig. 26). Ainsi, de l'ensemble Le + Li et Le' + Li', nous faisons le nouvel ensemble Le + Li' et Le' + Li. Quatre essais sont donnés dans ces nouvelles conditions.

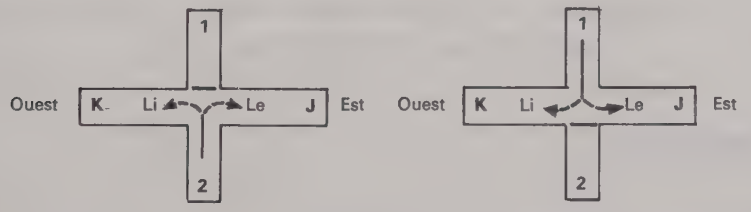



Fig. 26

*Retournement et mise en opposition des repères locaux extérieurs et intérieurs au labyrinthe après acquisition de l'orientation Le + Li. Pour une moitié des sujets, la nourriture est située du côté des repères intérieurs Li qui étaient valides au cours de l'apprentissage antérieur Le + Li, alors que pour l'autre moitié, elle se trouve du côté des repères extérieurs Le précédemment valides.*

### 2) *Nombre de sujets :* 9 rats.

Pour 5 rats la nourriture se trouve dans la même chambre de but que lors de l'apprentissage (repère local intérieur Li resté valide), alors que pour les 4 autres elle se trouve du même côté de la pièce qu'auparavant (repère local extérieur Le valide).

3) *Résultats.*

7 rats se sont dirigés, uniquement ou presque, en fonction des repères extérieurs Le; les deux autres sujets n'ont pas manifesté de préférence nette.

Sur l'ensemble des 36 essais, l'orientation s'est effectuée 29 fois en accord aux repères locaux extérieurs Le, et 7 fois seulement aux repères intérieurs Li, soit une proportion d'environ 4/5 à 1/5 en faveur des premiers.

4) *Conclusion.*

Si les repères locaux extérieurs au labyrinthe ne peuvent suffire, à eux seuls, à assurer dans nos conditions d'expérience l'*acquisition* de l'orientation correcte, ils présentent par contre une nette supériorité d'utilisation sur les repères locaux intérieurs lorsque cet apprentissage a été effectué.

## VI. — Orientation selon une réponse motrice et vers un lieu extérieur au labyrinthe ($R_m$ + Le)

### A) *Apprentissage.*

1) *Définition de la tâche.*

Le rat doit tourner toujours dans le même sens ($R_m$) et toujours vers le même mur (Le), par exemple à droite pour aller à l'Est, que ceci l'amène dans la branche J (Li) ou dans la branche K (Li') : les repères locaux intérieurs au labyrinthe ne sont pas valides (Fig. 27).

- Labyrinthe : retourné à 180° tous les deux essais;
- Sens d'introduction du rat : toujours le même;
- Branche d'introduction : changée tous les deux essais;
- Position de la nourriture : elle se trouve dans la branche de but, J ou K, située à droite (par ex.) du rat quand il arrive au carrefour, et tournée vers le mur Est (par ex.).

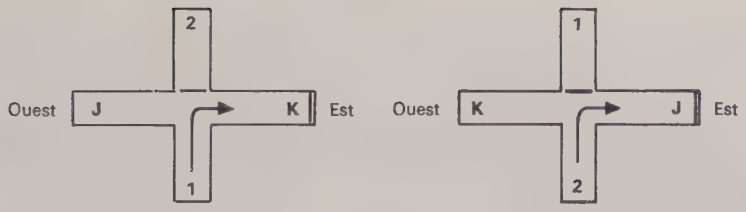



Fig. 27

*Position de la nourriture dans l'orientation selon la réponse motrice et vers un repère local extérieur au labyrinthe Rm + Le. Ici la réponse correcte est un tournant à droit au carrefour, et le repère correct est le mur Est de la pièce.*

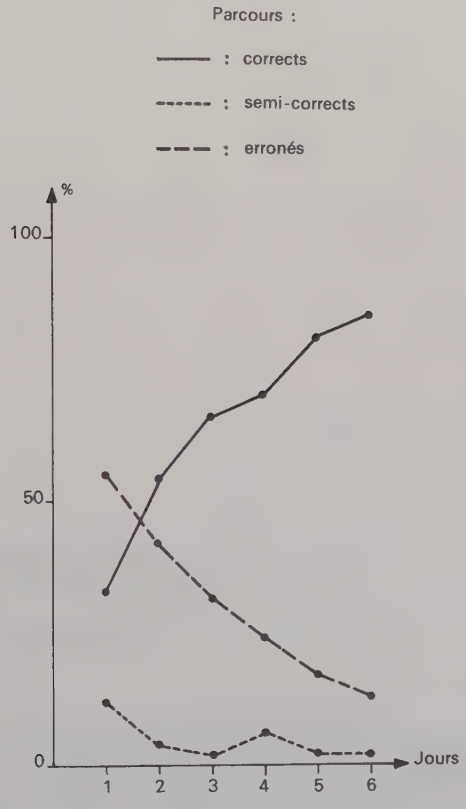



Fig. 28

*Evolution du taux de réussite dans l'orientation Rm + Le exprimée en pourcentages d'essais journaliers.*

2) *Nombre de sujets :* 8 rats.

3) *Résultats.*

En six jours le taux d'essais réussis passe de 33 % à 85 % (Fig. 28), et la proportion de sujets qui atteignent le critère est finalement de 75 % (Fig. 29).

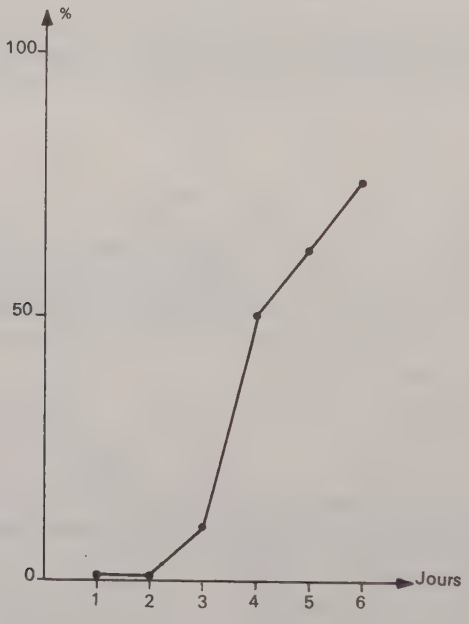



Fig. 29

*Evolution de la proportion de sujets parvenant au critère d'apprentissage de l'orientation vers un lieu extérieur au labyrinthe Le, et selon une réponse motrice Rm.*

4) *Conclusion.*

Lorsque les repères locaux extérieurs au labyrinthe correspondent à des indices de réponse motrice définis, l'apprentissage est amélioré par rapport à ce qu'il est avec les indices $R_m$ seuls.

**B)** ***Retournement des repères et réapprentissage.***

1) *Nouvelle tâche.*

Le sens d'introduction du rat est changé (vers le Sud à présent, par ex.), toutes conditions restant égales d'ailleurs, de sorte qu'en tournant dans le sens correct, le rat se dirige vers le mur du côté duquel il n'y a pas de nourriture, et réciproquement (Fig. 30). La réponse motrice apprise constitue le seul critère valide subsistant pour un sous-groupe de quatre rats, tandis que c'est le repère de lieu extérieur pour l'autre sous-groupe. Les sujets sont tous soumis à quatre sessions de six essais dans ces nouvelles conditions de renforcement.

Fig. 30

*Retournement et mise en opposition des repères locaux extérieurs au labyrinthe avec les indices de réponse motrice, soit Le contre Rm. Pour une moitié des sujets, la nourriture est située en accord aux indices Rm valides au cours de l'apprentissage antérieur Rm + Le, alors que pour l'autre moitié elle se trouve du côté des repères locaux extérieurs Le précédemment valides.*

2) *Nombre de sujets :* 8 rats.

Groupe $R_m$ (indices $R_m$ seuls valides) : 4 rats,
— Le ( — Le — — ) : 4 —.

3) *Résultats.*

Lors du premier essai après retournement, 6 rats sur 8 s'orientent en fonction des indices de réponse motrice, mais cette supériorité s'atténue lors des essais suivants. Cependant, sur les 48 essais de la 1re session, 24 au total sont réussis (soit 50 %), mais 15 le sont par le groupe $R_m$ (63 %) contre 9 seulement (38 %) par le groupe Le : cette différence est significative au seuil de $P = .10$ ($X^2 = 3{,}2$).

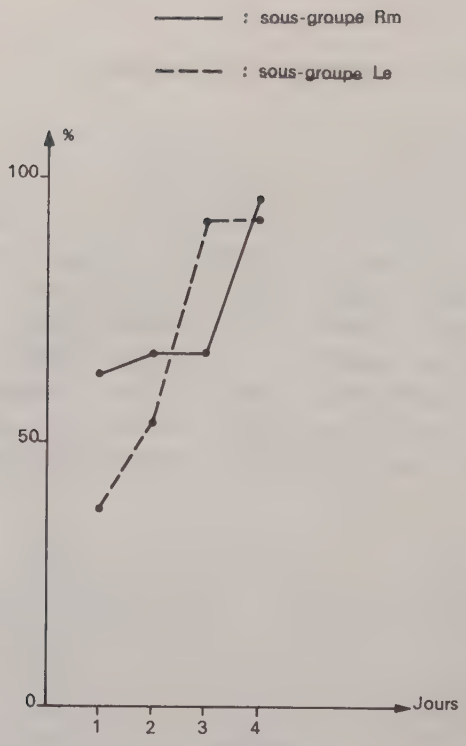



FIG. 31

*Croissance du taux d'essais réussis au cours du réapprentissage pour les groupes Rm et Le, après acquisition de l'orientation Rm + Le.*

Lors du réapprentissage d'orientation effectué dans la nouvelle situation définie par le retournement des repères locaux (FIG. 31), la non-validité des indices $R_m$ appris antérieurement constitue un net handicap pour le groupe Le. En effet la différence des taux de réussite entre les deux groupes $R_m$ et Le, portant sur les deux premières sessions, est de 65 % contre 46 % respectivement, ce qui est significatif pour $P = .10$ ($X^2 = 3{,}4$). Après quoi les deux groupes réacquièrent à nouveau la maîtrise de la tâche; on notera le brusque progrès du groupe Le à la 3e session.

4) *Conclusion.*

Les indices de réponse motrice $R_m$ sont les plus utilisés par le rat qui a appris une orientation $R_m$ + Le, c'est-à-dire mettant conjointement

en action ces indices avec les repères locaux extérieurs au labyrinthe à gorge.

## VII. — Orientation selon une réponse motrice et vers un lieu intérieur au labyrinthe ($R_m + Li$)

### A) *Apprentissage.*

1) *Définition de la tâche.*

Le rat doit tourner toujours dans le même sens ($R_m$) pour aller toujours dans la même branche de but (Li), par exemple à droite pour aller en K, que ceci l'amène vers le mur Ouest (Le) ou Est (Le') : les repères locaux extérieurs au labyrinthe ne sont pas valides (Fig. 32).

- — Labyrinthe : retourné à 180° tous les deux essais;
- — Sens d'introduction du rat : inversé tous les deux essais;
- — Branche d'introduction : toujours la même;
- — Position de la nourriture : elle se trouve dans la branche de but située à droite (par ex.) du rat lorsqu'il arrive au carrefour, et cette branche est toujours la même (K, par ex.).

2) *Nombre de sujets :* 23 rats.

3) *Résultats.*

En six jours le taux d'essais réussis (Fig. 33) passe de 30 % à 89 %, et la proportion de sujets qui atteignent le critère (fig. 34) est finalement de 74 %. Ces résultats sont très comparables à ceux que nous venons de mentionner au sujet de l'orientation $R_m$ + Le.

4) *Conclusion.*

Nous concluons donc de la même façon que dans le cas précédent, mais cette fois en ce qui concerne les indices Li : ils exercent une faci-

litation sur l'acquisition d'une orientation lorsqu'ils sont couplés aux indices de réponse motrice.

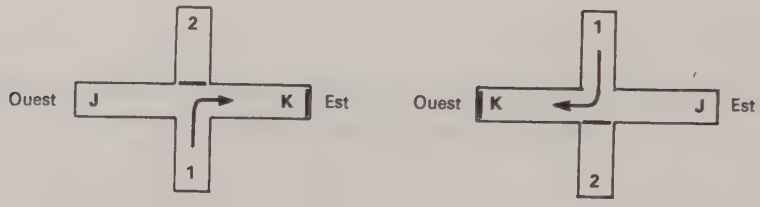



FIG. 32

*Position de la nourriture dans l'orientation selon une réponse motrice Rm et vers un repère local intérieur au labyrinthe Li. Ici la réponse correcte est un tournant à droite au carrefour, et le repère correct est la branche de but K.*

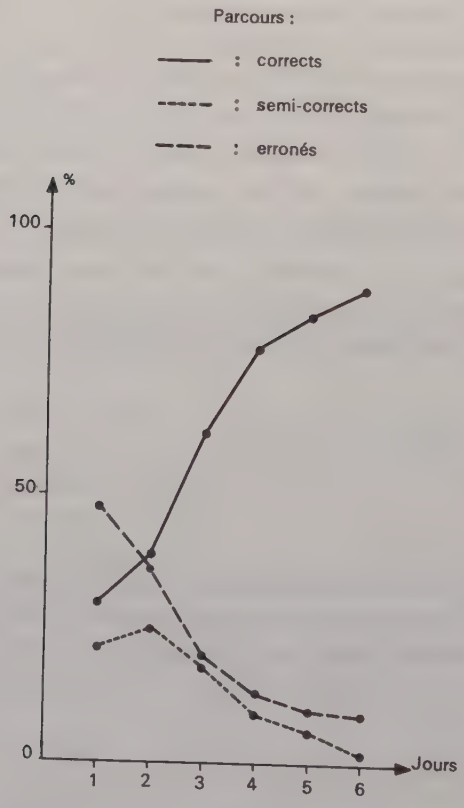



FIG. 33

*Evolution du taux de réussite dans l'orientation Rm + Li, exprimée en pourcentage d'essais journaliers.*

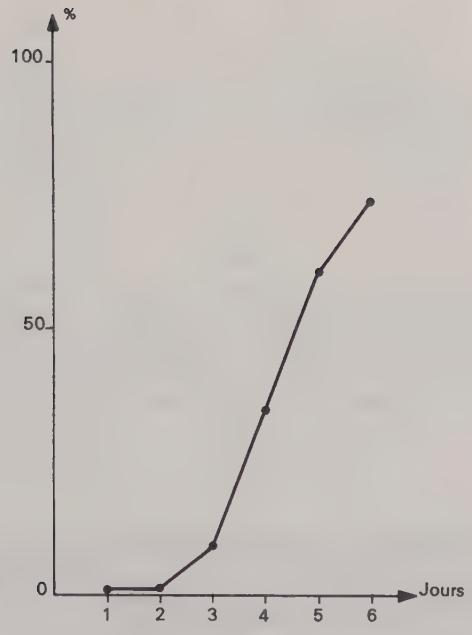



FIG. 34

*Evolution de la proportion de sujets parvenant au critère d'apprentissage de l'orientation Rm + Li.*

**B) *Retournement des repères et réapprentissage.***

1) *Nouvelle tâche.*

Toutes conditions restant égales, le rat est maintenant introduit par la branche d'entrée qu'on n'utilisait pas pour lui jusqu'alors, de sorte que pour se rendre dans la branche de but où il a appris à trouver la nourriture, il doit tourner dans le sens contraire à celui qu'il a appris, et réciproquement (Fig. 35). C'est cette réponse motrice qui constitue l'indice valide subsistant pour un sous-groupe de sujets ($R_m$), alors que c'est le repère local intérieur au labyrinthe pour l'autre sous-groupe (Li). Une session de cinq essais, puis trois sessions de six essais ont lieu dans ces nouvelles conditions.

2) *Nombre de sujets :* 14 rats.

Groupe $R_m$ : 8 rats;
Groupe Li : 6 rats.

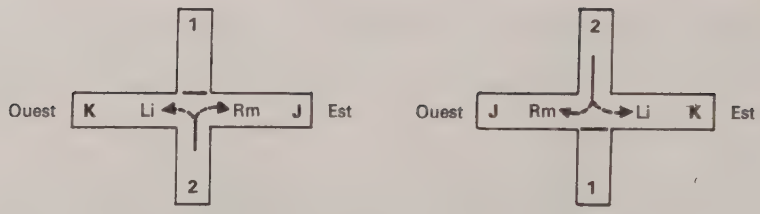



FIG. 35

*Retournement et mise en opposition des repères locaux intérieurs au labyrinthe Li avec les indices de réponse motrice Rm. Pour un groupe de sujets, la nourriture est située en accord aux indices de réponse motrice Rm qui étaient valides au cours de l'apprentissage antérieur Rm + Li, tandis que pour l'autre groupe elle se trouve du côté des repères locaux intérieurs Li qui étaient valides précédemment.*

3) *Résultats.*

Sur les 70 essais de la première session, 15 seulement manifestent une orientation dpe aux repères Li, alors que 55 révèlent l'action directrice des indices $R_m$, soit un rapport de 1/5 à 4/5 en faveur de ces derniers.

Sur les 14 rats, 5 rats ont manifesté un conflit d'orientation, mais non les autres. Les repères locaux intérieurs jouent donc encore un certain rôle, mais il est faible, tout comme s'ils avaient été couplés aux repères Le (voir plus haut).

Les courbes de réapprentissage montrent bien le handicap que constitue la validité des seuls repères locaux intérieurs au labyrinthe (Fig. 36).

4) *Conclusion.*

Il y a supériorité d'utilisation des indices de réponse motrice lorsque l'orientation $R_m$ + Li a été apprise, et elle semble encore plus forte que celle que l'on constate dans le cas de l'orientation $R_m$ + Le. Les repères locaux intérieurs apportent donc à l'orientation apprise une aide encore moindre que les repères locaux extérieurs, lorsque les indices de réponse motrice sont également valides. Cette conclusion ressemble assez à celle de HEBB, mais notre spécification en restreint la généralité.

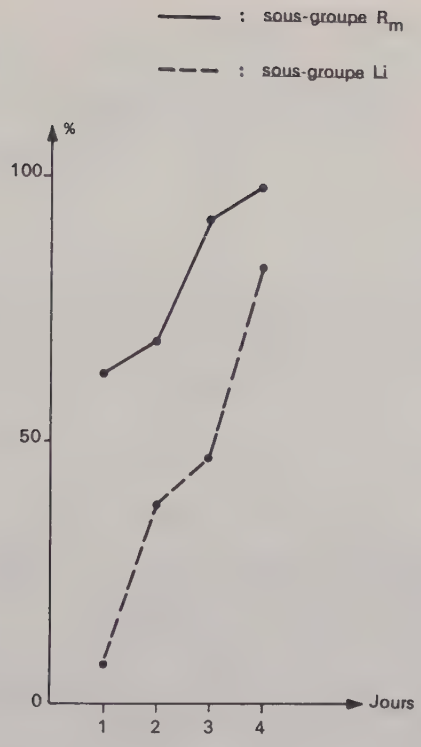



Fig. 36

*Croissance du taux d'essais réussis au cours du réapprentissage pour les groupes Rm et Li, après acquisition de l'orientation Rm + Li.*

## VIII. — Orientation selon une réponse motrice et vers un ensemble local ($R_m + Le + Li$)

### A) *Apprentissage.*

1) *Définition de la tâche.*

C'est au fond la tâche la plus simple : le rat doit tourner toujours dans le même sens $R_m$ pour aller vers le même mur Le en s'engageant dans la même branche de but Li (fig. 37).

— Labyrinthe : en position fixe;

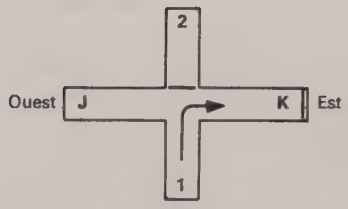



FIG. 37

*Position de la nourriture dans l'orientation selon les indices de réponse motrice Rm et vers un ensemble local Le + Li. Ici la réponse motrice correcte est un tournant à droite, et le repère correct est formé par l'ensemble de la branche K et du mur Est.*

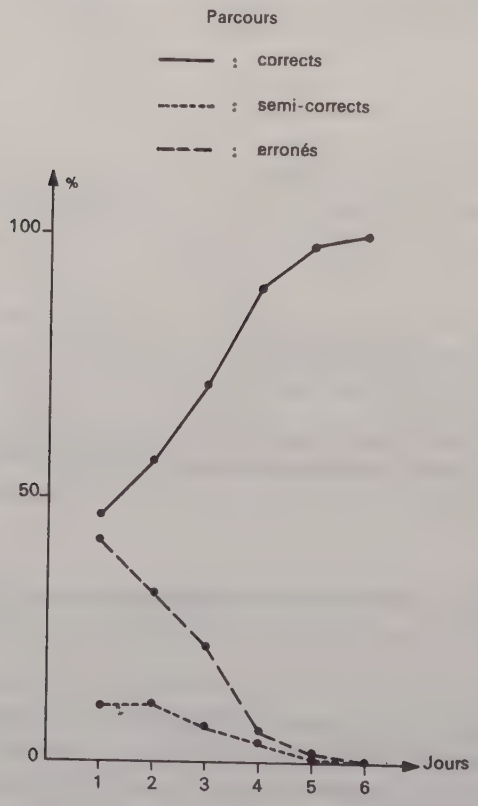



FIG. 38

*Evolution du taux de réussite dans l'orientation Rm + Le + Li, exprimée en pourcentage d'essais journaliers.*

— Sens d'introduction du rat : constant (vers le Nord, par ex.);
— Branche d'introduction : toujours la même (1, par ex.);

— Position de la nourriture : toujours à droite (par ex.) du rat lorsqu'il arrive au carrefour, dans la branche K tournée vers le mur Est (par ex.).

2) *Nombre de sujets :* 12 rats.

3) *Résultats.*

Le taux de réussites passe en six jours de 47 % à 100 % (fig. 38); il est déjà de 90 % au 4e jour, et on peut considérer l'apprentissage terminé dès le 5e jour. Tous les rats, d'ailleurs, atteignent le critère (fig. 39).

4) *Conclusion.*

La validité de tous les repères simultanément permet l'acquisition la plus rapide.

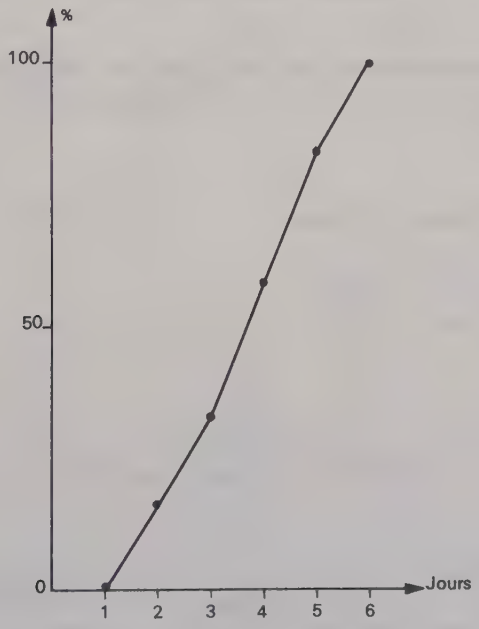



Fig. 39

*Evolution de la proportion de sujets parvenant au critère d'apprentissage dans l'orientation Rm + Le + Li.*

**B)** ***Retournement et réapprentissage.***

1) *Nouvelle tâche.*

Nous avons choisi d'expérimenter sur le conflit Le + Li contre $R_m$. Certes, nous pouvions également expérimenter sur les deux autres combinaisons, à savoir $R_m$ + Le contre Li, et $R_m$ + Li contre Le. Pourtant il apparaît peu probable que de tels essais nous montrent rien de plus que ce que les tests $R_m$ contre Li et $R_m$ contre Le (voir plus haut) nous ont déjà appris. De plus, les expériences sur les orientations Le, Li et Le + Li nous ont déjà démontré que le véritable apprentissage de lieu est réalisé par le renforcement des conduites guidées par les repères locaux extérieurs et intérieurs *conjoints,* c'est-à-dire par la condition Le + Li : c'est donc ce couple de repères qu'il convient de mettre à l'épreuve de concurrence avec les indices de réponse motrice $R_m$, d'autant plus qu'il s'agit du sujet principal de notre recherche (fig. 40).

Nous avons donc soumis les rats, divisés en deux groupes, à 5 essais dans les nouvelles conditions, puis à 3 sessions de 6 essais pour le réapprentissage.

2) *Nombre de sujets :* 12 rats.

Groupe Le + Li : 6 rats;
— $R_m$ : 6 —.

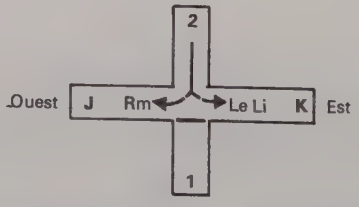



Fig. 40

*Retournement des repères locaux et mise en opposition avec les indices de réponse motrice Rm. Pour la moitié des sujets, la nourriture est située en accord aux indices de réponse motrice Rm qui étaient valides au cours de l'apprentissage antérieur Rm + Le + Li; pour l'autre moitié, elle se trouve du côté du repère d'ensemble local Le + Li précédemment valide.*

3) *Résultats.*

Au premier essai donné dans les nouvelles conditions, 5 rats s'orientent suivant les repères de lieu, contre 7 suivant les indices de réponse motrice. Pour la première session (5 essais) nous observons exactement autant d'essais guidés par les indices Le + Li que d'essais guidés par les indices $R_m$ : 30 dans chaque cas.

La réacquisition de l'orientation correcte s'effectue de façon très semblable dans les deux groupes d'orientation par repères locaux ou par réponse motrice, à partir d'un taux de réussite d'environ 50 % dans chaque cas (fig. 41).

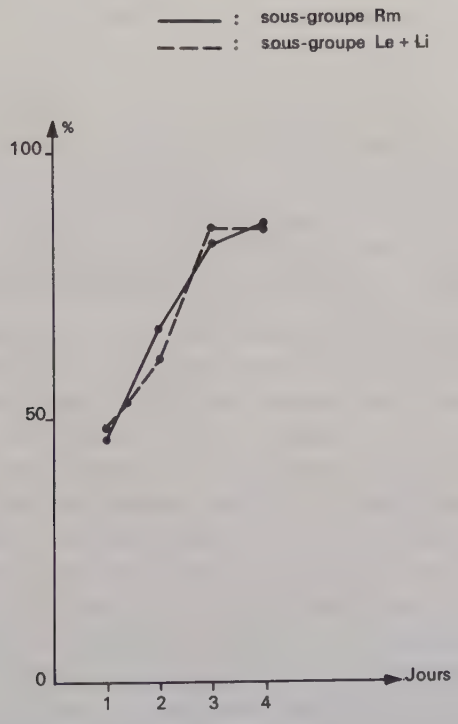



Fig. 41

*Croissance du taux d'essais réussis au cours du réapprentissage pour les sous-groupes Rm et Le + Li, après acquisition de l'orientation Rm + Le + Li.*

4) *Conclusion.*

Lorsque les repères locaux intérieurs et extérieurs sont valides ensemble, en conjonction avec les indices de réponse motrice, l'orientation est guidée de façon équivalente par les particularités locales et par la latéralisation de la motricité au niveau du carrefour : il y a égalité d'utilisation des indices $R_m$ et des repères Le + Li.

Chapitre V

# DISCUSSION DES RÉSULTATS

## I. — Constitution des repères locaux

Le premier point que nous ayons à discuter concerne la manière dont le rat utilise les repères de lieu. Cette mise au point intéresse en effet toute la suite de notre discussion des résultats, car avant de comparer le rôle des indices de réponse à celui des repères de lieu, il convient de savoir ce que sont ces derniers pour le sujet et comment ils sont appris quand les indices $R_m$ ne sont pas valides.

Cette question nous est principalement posée par la comparaison des courbes d'apprentissage des groupes Le, Li et Le + Li. D'après les auteurs cités plus haut, les repères locaux intérieurs seuls ne doivent pas fournir au rat les moyens de s'orienter : notre courbe du groupe Li paraît vérifier cette assertion; nous aurons cependant à revenir plus loin sur le rôle de ces repères lorsqu'ils ne sont pas les seuls valides. Quoi qu'il en soit nous nous attendions à ce résultat, d'autant plus que nous avions choisi un labyrinthe qui offrait peu de différenciations internes, du moins à nos yeux. Par contre, nous avons été surpris de constater l'échec de l'orientation chez les rats du groupe Le, car bien des auteurs sont très affirmatifs en ce qui concerne l'utilisation préférentielle des repères extérieurs au labyrinthe par rapport à ceux qui lui sont intérieurs : à cet égard, nous avons cité Hebb [55], Honzik et Tolman [61] et Tolman, Ritchie et Kalish [143]. Or il apparaît que, dans notre situation expérimentale où les repères Le sont réduits par l'angle mort que déterminent les parois du labyrinthe, ces indices de lieu ne sont pas plus capables que les repères Li de guider à eux seuls l'orientation du rat.

Par contre, lorsque les deux catégories de repères sont conjointement valides (Le + Li), l'orientation s'acquiert bien : nous dirons alors qu'il s'agit effectivement de l'apprentissage de lieu (L), et que les repères de lieu L sont constitués par le couplage de stimulus intérieurs et extérieurs au labyrinthe, perçus ensemble, et correspondant à la présence ou à l'absence de la nourriture. Lorsque le rat apprend à s'orienter indépendamment de ses propres réponses motrices vers un emplacement déterminé de l'environnement, ce qu'il apprend à reconnaître, c'est tout un ensemble local et non un détail isolé, c'est un « paysage » avec premier-plan et horizon. L'apprentissage de lieu est impossible si ce paysage ne peut se constituer à cause de la procédure expérimentale qui fait correspondre aussi bien un repère intérieur donné Li que celui qui lui est opposé Li', à un repère extérieur donné Le à son opposé Le', à un repère extérieur donné Le ou à son opposé Le' (c'est le cas des situations Le et Li), rompant ainsi continuellement l'unité de l'ensemble des repères locaux.

Il y a donc une *complémentarité* des repères Le et Li qui est nécessaire pour que le rat apprenne à s'orienter vers un lieu, ou repère local d'ensemble L, formé de Le + Li. Cette complémentarité ne semble avoir été signalée par aucun auteur, et cela est attribuable en fait au type de matériel que nous avons utilisé. En effet le labyrinthe à gorge n'a guère servi à la plupart des chercheurs sous la forme simplifiée d'une lettre T ou d'une croix, de sorte qu'ils n'ont pas eu l'occasion de remarquer ce qu'il advient lorsque la disponibilité des repères extérieurs est réduite conjointement à l'augmentation, toute relative, de celle des repères intérieurs. C'est pourquoi nous soulignons que notre conception de la formation de l'apprentissage de lieu L, basé sur la coïncidence et la complémentarité des repères Le et Li également valides, est strictement relative au type de matériel utilisé, et qu'elle ne saurait probablement pas être valable dans le cas d'un labyrinthe surélevé. Il y a là cependant un problème de perception de l'environnement qui mérite d'être repris. Pour ce qui concerne la présente recherche, disons que, si nous avons à parler d'apprentissage de lieu L (par exemple, pour le comparer à celui de réponse $R_m$), ce sera de la situation d'orientation Le + Li qu'il s'agira.

Notons enfin d'ailleurs que nos faits expérimentaux ne sont pas contradictoires avec ceux que Hebb a rapportés, car ils concernent la *formation* de la reconnaissance d'un ensemble local, et non l'utilisation des repères offerts par cet ensemble une fois l'apprentissage de

lieu réalisé. En effet notre épreuve de *retournement* des repères Le et Li, une fois apprise l'orientation Le + Li, nous a montré une nette prépondérance d'utilisation des repères extérieurs Le. Or l'expérience de Hebb citée plus haut n'est rien d'autre qu'un semblable retournement, une fois que le rat a appris à se diriger sur la table d'expérience, les repères locaux intérieurs et extérieurs ayant toujours été conjoints et valides. Cette prééminence d'utilisation finale des repères éloignés ou extérieurs n'a d'ailleurs rien d'absolu, comme l'ont montré Shaw et Seidel [124]. Dans leur expérience, la situation de Hebb est reprise avec un contrôle accrû de l'environnement (table ronde, pièce en « dôme ») et les indices de réponse motrice ne sont pas valides; ces auteurs constatent que le choix s'effectue en faveur des repères les plus facilement discriminables, variable qu'ils quantifient en modifiant les différences de brillance relative des repères lointains (muraux) et des repères proches (situés sur la table).

Pour conclure, nous dirons que dans nos conditions expérimentales la validité de chaque type de repère local Le ou Li, considérée isolément, est nécessaire à l'apprentissage de lieu mais qu'elle n'est pas suffisante : encore faut-il que les repères en question se trouvent toujours en coïncidence spatiale constante, et donc que leur validité concerne l'ensemble Le + Li. Par contre, une fois apprise l'orientation vers un tel ensemble local, certaines parties de celui-ci pourront guider l'animal de façon prépondérante, et il semble bien que dans notre cas ce soient les repères extérieurs qui jouent ce rôle.

## II. — Additivité des indices

Dans sa revue de question, Restle [110] montre que la probabilité d'accession au critère d'apprentissage dépend de la quantité d'indices pertinents et discriminables fournis au sujet : le taux de succès croît en fonction directe de l'addition des repères disponibles et valides.

Or il semblerait au premier abord que nos résultats contredisent formellement cette assertion : nous venons en effet de voir que les repères Le et Li sont inutilisables pour la plupart des rats s'ils ne sont pas présentés conjointement, mais qu'ils permettent l'apprentissage si cette condition est réalisée. On ne peut plus parler ici, semble-t-il,

d'addition des indices, car deux apprentissages nuls ne peuvent se sommer pour donner une orientation correcte vers un lieu.

Pourtant, admettons un instant que ces repères locaux partiels isolés ne constituent pas un apport nul, mais seulement insuffisant à lui seul pour déterminer l'apprentissage, c'est-à-dire qu'ils apportent une certaine quantité d'information spatiale au sujet, peut-être faible, mais réelle. Tous nos résultats sont alors en accord avec le principe d'une sommation des indices, du moins dans la mesure où il se manifeste simplement par un effet cumulatif de la quantité d'indices valides sur la réussite globale de la performance d'orientation.

En effet, considérons tout d'abord les courbes d'acquisition (Fig. 42 et 43). Lorsque l'animal dispose de la totalité des indices et que tous

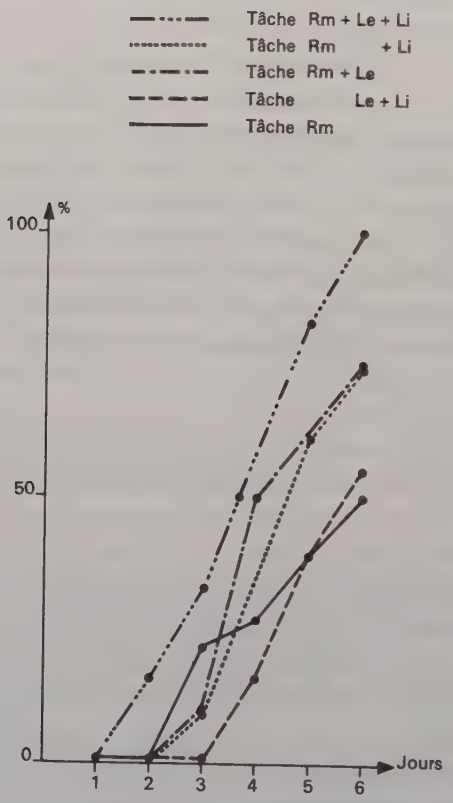



FIG. 42

*Croissance de la proportion de sujets accédant au critère d'apprentissage, en fonction de la quantité d'indices d'orientation valides.*

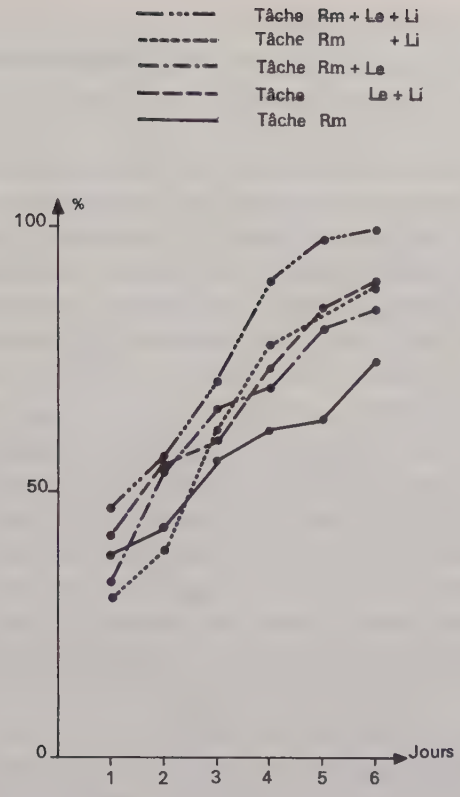



FIG. 43

*Croissance du taux d'essais réussis dans cinq tâches d'orientation offrant plus ou moins d'indices valides au sujet.*

ces indices sont pertinents (orientation $R_m + L$, ou encore $R_m + Le + Li$), tous les sujets sans exception apprennent la conduite correcte en 36 essais. Qu'une partie de ces repères, qu'on aurait tort de croire inutiles, vienne à ne plus être valide (orientations $R_m + Le$ et $R_m + Li$), et ce sont les trois-quart seulement des sujets qui parviennent à réussir dix essais consécutivement. Lorsqu'il manque toute une classe d'indices (orientations $R_m$ et L, ou $Le + Li$), seule une moitié des sujets maîtrise la tâche. Quand il ne subsiste de valide qu'une partie des repères (orientations Le et Li), la performance du groupe de rats peut être tenue pour nulle, bien que dans chacune de ces deux orientations nous ayons trouvé un sujet capable d'atteindre le critère ou de s'en approcher, mais cela ne représente guère que 13 % à 16 % de l'effectif du groupe. Enfin, aucun

rat n'apprend rien dans la situation ∅, puisque le seul indice d'alternance échappe aux capacités d'intégration temporelle du rat.

Ainsi, en agissant sur la validité des repères, nous retrouvons les mêmes résultats qu'ont obtenu d'autres auteurs de façon moins systématique, soit par la même méthode que nous, soit en agissant sur la disponibilité de ces repères, notamment à l'aide de privations sensorielles : plus celles-ci sont importantes, et moins bonne est la capacité d'acquisition de la population de rats ainsi traitée. De même, sur nos huit groupes de sujets, la probabilité d'orientation correcte varie-t-elle de façon continue, au terme de six jours d'exercice, entre la situation ∅ (indétermination complète) et la situation $R_m + L$ (réussite totale).

Nos données expérimentales confirment donc bien le fait qu'il y a un effet cumulatif des informations spatiales apportées par les divers indices valides sur l'apprentissage de l'orientation correcte. Nous pensons même que ce principe de sommation peut rendre compte de la seule constatation apparemment contradictoire rapportée plus haut, à condition de la compléter par une hypothèse de *liminarité* imitée des lois connues en psychophysique comme en physiologie nerveuse, sans qu'il s'agisse évidemment d'une assimilation, mais d'une simple image de comparaison.

On sait qu'un stimulus infraliminaire ne donne lieu, par définition, à aucune réponse physiologique ou perceptive, mais qu'il peut cependant agir pour faciliter, vis-à-vis de cette réponse, l'action d'un autre stimulus contemporain, qui peut être supraliminaire ou même infraliminaire : on parle alors d'*addition latente* des excitations infraliminaires, de *sommation* des résidus d'excitation, etc...

Or il semble que nous nous trouvions, dans le cas des repères Le et Li, en présence de phénomènes semblables. Nous avons vu que ces repères isolés pouvaient n'apporter apparemment aucune information au sujet; par contre, une fois conjoints ils lui permettent de s'orienter, et lorsqu'ils sont associés aux indices de réponse motrice ($R_m + Li$ et $R_m + Le$) ils augmentent ses possibilités d'apprentissage par rapport à ce que lui permettent les indices $R_m$ seuls. Non seulement les différences de pentes de courbes d'acquisition le prouvent, mais aussi les épreuves de retournement de ces repères : certains sujets se réorientent d'après eux et non d'après les indices $R_m$, et beaucoup de ceux qui suivent ces derniers présentent une hésitation plus ou moins marquée. Les repères locaux partiels n'ont donc pas joué un rôle nul comme ou aurait pu le croire d'après les situations Le et Li : ils ont apporté une certaine

information [1] au sujet, mais tout se passe comme si l'information totale dont dispose celui-ci devait dépasser un certain niveau pour qu'il y ait, et apprentissage, et sommation des effets d'apprentissage en fonction de la quantité d'indices valides.

Par analogie aux phénomènes semblables constatés dans d'autres disciplines et mentionnés plus haut, nous pouvons donc émettre l'hypothèse d'une liminarité dans le processus d'apprentissage, c'est-à-dire d'un *seuil* d'information spatiale dont dépend la possibilité de se diriger correctement. Pour la plupart des sujets, les repères locaux partiels Le et Li isolés se situent en-dessous de ce seuls, exception faite d'un ou deux rats comme nous l'avons vu [2]. Conjoints au contraire, ils dépassent le seuil dans 50 % des cas; ou bien, associés isolément aux indices de réponse motrice qui, à eux seuls, dépassent déjà le seuil dans 50 % des cas également, ils facilitent l'apprentissage du parcours correct. Ainsi, dès que l'information spatiale minimum nécessaire à l'orientation est fournie au rat, le principe de sommation des indices redevient valable.

## III. — Le rôle des repères locaux intérieurs au labyrinthe et la cotation des essais

Sans vouloir accorder une importance exagérée aux repères locaux situés à l'intérieur du labyrinthe, il faut reconnaître que leur utilisation par le rat revêt quelque importance à partir du moment où la cotation de ses parcours en termes de succès ou d'échac est concernée.

Voici en effet le moment venu de justifier les reproches que nous formulions plus haut contre la définition de l'essai réussi selon Tolman. D'après cette définition, on pourrait penser que l'orientation du rat est complètement décidée dès qu'il a dépassé le point de choix, et qu'il doit alors toujours entrer dans la chambre terminant la branche de but où il s'est engagé. Si une telle correspondance était constante, il n'y aurait rien à objecter, et la probabilité initiale de succès du rat serait de 50 % :

(1) Ce terme n'est pas pris ici dans l'acception que lui a donné la théorie de l'Information, à laquelle nous ne nous référons d'ailleurs pas, bien qu'elle puisse offrir un cadre synthétique à la description de ces divers phénomènes.

(2) Les seuils varient avec les individus, et notre résultat rappelle celui de Lindley [90] qui, étudiant les effets de privations sensorielles, a trouvé, sur 15 rats à la fois aveugles et anosmiques, quatre sujets encore capables d'apprendre un labyrinthe surélevé à 12 impasses !

une chance sur deux de tourner du mauvais côté, ou au contraire de trouver la nourriture. Or ceci serait exact dans le cas de la procédure sans correction, où le rat est ôté de l'appareil dès qu'il tourne du mauvais côté, et remis aussitôt au point de départ; par contre il n'en va pas de même avec la méthode de correction, qui est la nôtre. En effet le rat peut revenir sur ses pas après s'être engagé dans la mauvaise branche mais sans avoir encore pénétré dans la chambre vide; et il se peut qu'il agisse ainsi parce qu'une particularité locale de cette branche, non perceptible pour lui lorsqu'il se trouve encore au carrefour, lui a servi de signal indiquant le chemin non correct.

Deux critiques sont donc à formuler contre la définition tolmanienne. Tout d'abord la probabilité initiale de succès qu'elle définit est inférieure à 50 % : en effet il n'y a pas seulement deux types de conduites possibles comme dans la méthode sans correction (tourner d'un côté, ou de l'autre), mais quatre, théoriquement équiprobables deux à deux, mais dont une seule est cotée comme succès (Fig. 44). Dans ces conditions, on perd l'avantage du dispositif expérimental en forme de T (ou de Y) pour établir des modèles stochastiques simples, du type : « une chance sur deux de réussite ou d'échec ». Par contre, on pourra bien dire que le rat a une chance sur deux de réussite à son premier essai si on admet que le critère de réussite soit la chambre où aboutit le sujet (garnie de biscuit, ou non), et non la conjonction de ce critère avec celui du caractère direct ou indirect du trajet effectué.

Effectivement, le taux de succès moyen que nous avons constaté à la première session d'essais dans nos huit situations est de 40 %, les valeurs de chaque groupe se distribuant entre 27 % et 50 %. Si au lieu d'adopter la cotation de Tolman, nous ne considérons que la chambre où aboutit le rat, nous classons les parcours « semi-corrects » avec les essais réussis, en les opposant aux parcours « erronés », et nous constatons alors que le taux moyen de succès initiaux s'élève à 52 %, la distribution des huit valeurs étant comprise entre 45 % et 65 % (Fig. 45).

Outre cette critique méthodologique, il faut présenter une critique de fond : l'orientation n'est pas entièrement déterminée par les stimulus présents au point de choix, à savoir les indices $R_m$ afférents aux réponses motrices fournies en cet endroit, et les repères locaux extérieurs Le dont l'aspect perçu par le rat ne varie guère quand il se déplace dans l'une ou l'autre branche de but à partir du carrefour, en raison de leur éloignement même. Il convient de tenir compte en outre des repères

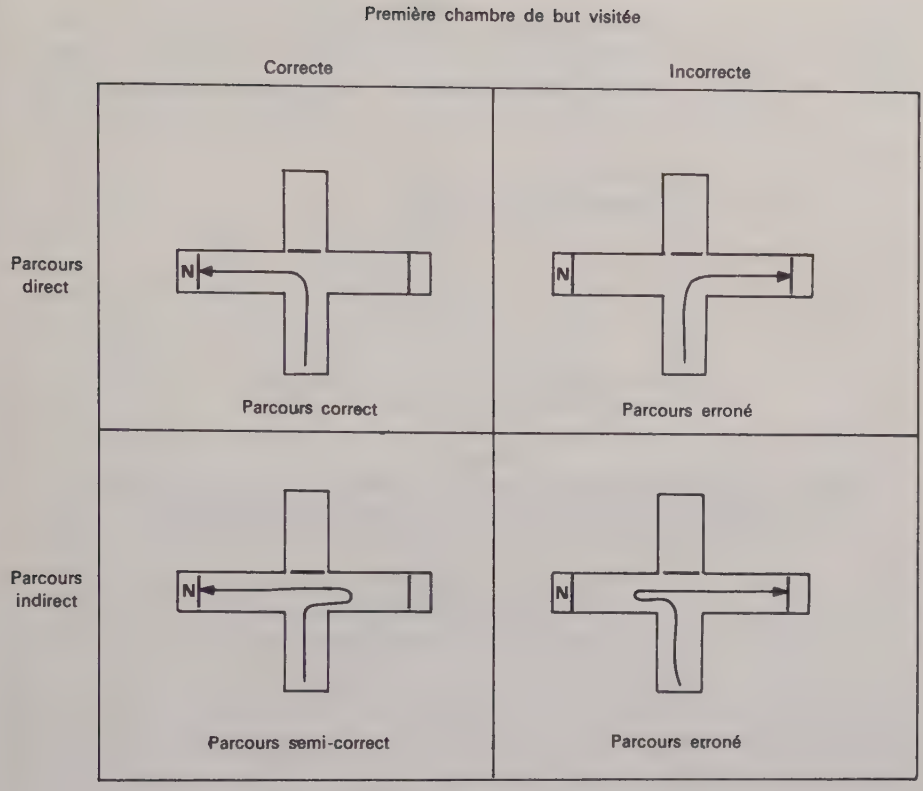



Fig. 44

*Schémas des quatre types de parcours possibles dans le labyrinthe en T; selon la cotation de Tolman, seul le parcours direct amenant à la chambre de but correcte est considéré comme essai réussi. Cette éventualité a moins d'une chance sur deux de se produire en début d'apprentissage. Ici N = place de la nourriture.*

intérieurs au labyrinthe situés au point de choix, mais également au-delà : si ces repères sont valides, ils peuvent être appris de l'animal et lui éviter d'aller dans la chambre où il n'y a rien à manger, alors qu'il aurait pu le faire (parcours « erroné ») en leur absence.

Il n'est donc pas surprenant que l'on observe davantage de parcours « semi-corrects » dans les dituations où les indices Li sont pertinents, à savoir Le + Li et $R_m$ + Li, que dans celles où ils ne le sont pas, c'est-à-dire $R_m$ + Le et $R_m$ (Fig. 46). Nous pensons qu'une partie des orientations déterminées de façon incorrecte au niveau du carrefour sont rectifiées un peu plus loin dans la branche de but, lorsque les repères locaux intérieurs au labyrinthe sont valides : elles consti-

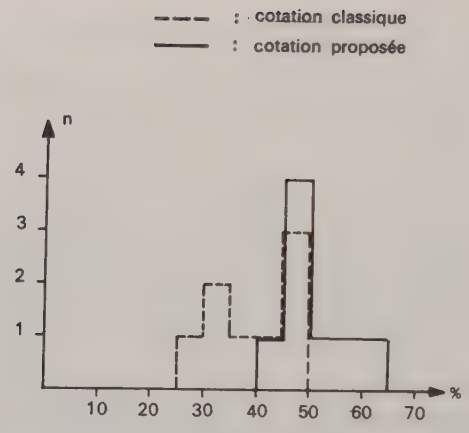



FIG. 45

*Distribution des pourcentages initiaux de succès sur les huit groupes expérimentaux, selon la cotation classique (qui est celle qu'adopte Tolman), et selon la nouvelle cotation que nous proposons.*

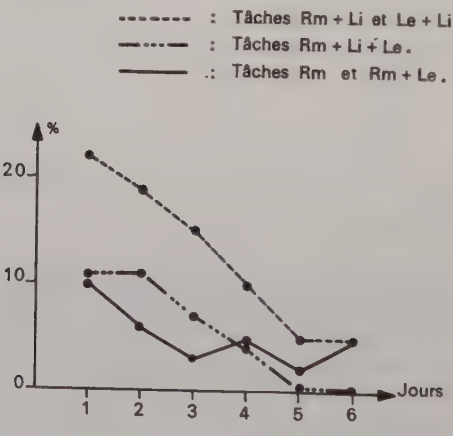



FIG. 46

*Décroissance du taux de parcours « semi-corrects » en fonction du type de tâche donnant un rôle relativement important ou non aux repères locaux intérieurs au labyrinthe en tant qu'indices d'orientation.*

tueront donc autant de parcours « semi-corrects », alors qu'elles ne peuvent être corrigées de la sorte dans les conditions où les indices Li ne sont pas valides, et donnent lieu par conséquent à des parcours erronés.

Le cas de la situation $R_m + L$ (ou $R_m + Le + Li$) est assez particulier en ce qu'on y trouve peu de parcours semi-corrects bien que les

repères locaux Li soient valides; nous pensons que dans ce cas la quantité d'indices valides au seul point de choix ($R_m$ et Le) est suffisante pour que les repères Li situés au-delà ne jouent qu'un rôle faible relativement aux deux autres sortes d'indices.

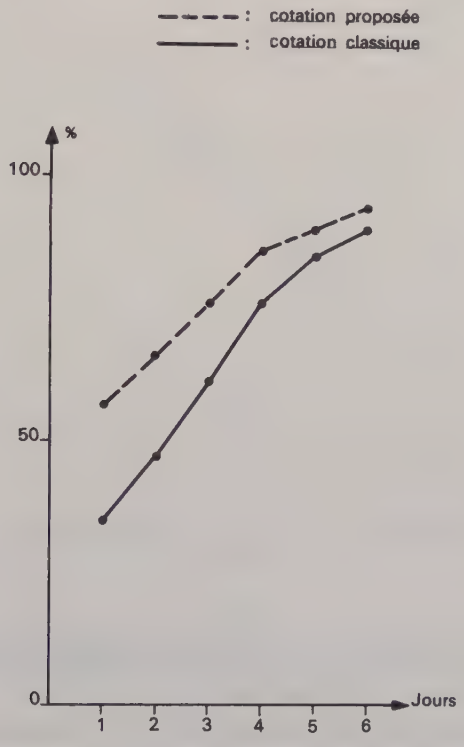



Fig. 47

*Croissance du pourcentage d'essais réussis dans les tâches Rm + Li et Le + Li, selon la cotation classique et selon la cotation proposée.*

Si nous considérons donc les parcours semi-corrects comme étant en fait des essais réussis (« in extremis »), nous constatons (Fig. 47 et 48) que cette nouvelle cotation est plus favorable aux performances réalisées dans les situations où les repères Li sont utilisables (41 rats au total) que dans celles où ils ne le sont pas (39 rats au total). Cette amélioration de la performance pour les situations Le + Li et $R_m$ + Li est encore plus sensible si l'on se réfère à la proportion de sujets qui atteignent le critère d'apprentissage (Fig. 49 et 50). Celui-ci n'est donc plus, selon notre nouvelle cotation, de dix essais réussis de suite, mais de dix essais de suite sans parcours erroné; par contre, cette nouvelle

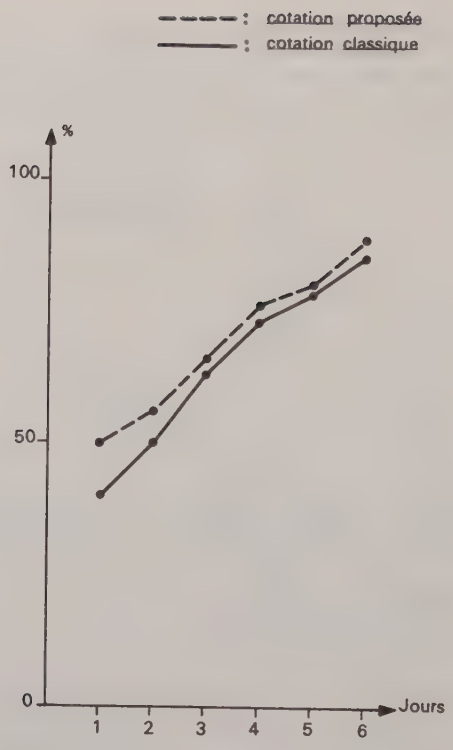



FIG. 48

*Croissance du pourcentage d'essais réussis dans les tâches Rm, Rm + Le et Rm + Le + Li, selon la cotation classique et selon la cotation proposée.*

définition du critère ne change rien pour les situations où les repères Li n'ont pas ou peu d'utilité.

Tels nous semblent être les arguments en faveur d'une reconsidération de la définition de la réussite d'un essai, en fonction d'une interprétation des allées et venues que peut faire un rat de part et d'autre du point de choix avant de pénétrer dans l'une des chambres à nourriture.

Notons d'ailleurs que cette interprétation n'a rien d'absolu ni d'exhaustif, et que de telles conduites peuvent fort bien avoir une origine différente de celle que nous mentionnons. Ainsi, au début de l'apprentissage d'orientation, que les repères locaux intérieurs soient valides ou non, on observe une sorte de quête de repères de part et d'autre du point de choix, durant parfois jusqu'à une minute ou davantage par essai. TOLMAN [136] voyait là une manifestation de la

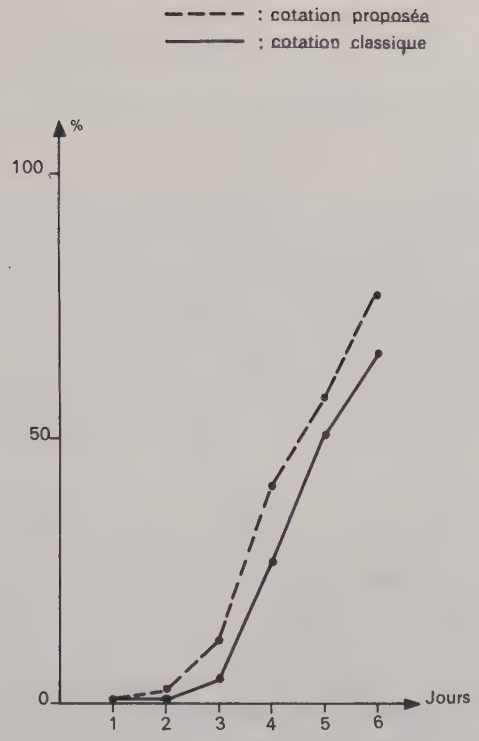



FIG. 49

*Croissance de la proportion des sujets accédant au critère d'apprentissage dans les tâches Rm + Li et Le + Li, selon la cotation classique et selon celle que nous proposons.*

variabilité initiale d'orientation et de recherche du but; il nommait ces conduites des « essais et erreurs auxilliaires » (« vicarious trials and errors » ou VTE). Habituellement cette conduite représente un stade initial de l'apprentissage et ne se manifeste de façon nette qu'à la première session d'essais; nous verrons d'ailleurs plus loin que par la suite c'est un tout autre répertoire d'action qui est mis en œuvre avant que soit acquise l'orientation. Toutefois si l'apprentissage est très difficile, ce comportement peut apparaître lors des dernières sessions, comme nous l'avons noté à propos d'un de nos rats dans la condition d'orientation Le (Cf. page 80 et fig. 22).

Notons encore un cas, assez rare d'ailleurs, où l'on constate des parcours semi-corrects se produisant lors des dernières sessions d'apprentissage et pour lesquels la validité des repères Li n'intervient pas :

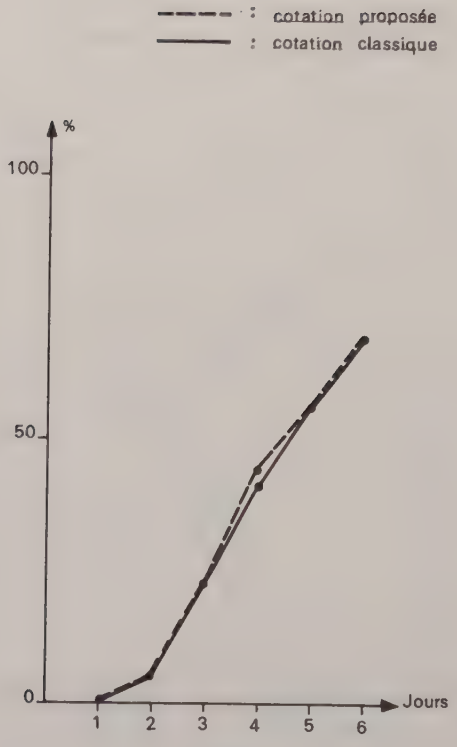



FIG. 50

*Croissance de la proportion de sujets accédant au critère d'apprentissage dans les tâches Rm, Rm + Le et Rm + Le + Li, selon la cotation classique et selon celle que nous proposons.*

il s'agit de la disparition progressive d'une erreur systématique de réponse motrice dans la situation $R_m$ (Cf. page 115, note, et fig. 17).

Ainsi donc les parcours semi-corrects peuvent être l'effet de mécanismes assez divers qui sont aussi bien en relation à la variabilité initiale des conduites qu'à leur stéréotypie motrice. Cependant il nous apparaît d'après l'ensemble de nos résultats qu'il s'agit le plus souvent de conduites d'orientation guidées par les repères locaux intérieurs aux branches de but. Cette interprétation, qui ne semble pas encore avoir été proposée, nous paraît d'autant plus vraisemblable dans notre cas particulier que le repérage sur les indices Li est rendu plus facile par la construction de notre matériel, c'est-à-dire par le fait que nous utilisions un labyrinthe à gorge.

## IV. — Apprentissage de lieu et apprentissage de réponse motrice

Après avoir discuté du rôle des divers repères locaux mis en jeu dans notre série d'expériences, nous savons que le vrai apprentissage de lieu (« Place-learning ») est représenté par notre condition Le + Li, que nous appellerons L dorénavant. Nous pouvons donc maintenant nous interroger sur ce qui constitue notre sujet d'étude proprement dit, à savoir la comparaison des apprentissages d'orientation L et $R_m$, que nous discuterons sur la base des résultats concernant les situations $R_m$, L et $R_m + L$ (ou $R_m + Le + Li$).

1) Le premier point à considérer est l'*équivalence des performances* des groupes $R_m$ et L. Nous avons vu plus haut que la proportion de sujets accédant au critère d'apprentissage était sensiblement la même dans les deux cas, et que la supériorité du taux de réussites dans l'orientation vers un lieu était dûe à la présence de rats qui persistent à donner la mauvaise réponse dans le groupe $R_m$, au lieu de réagir au hasard, et donc de réussir tout de même un essai sur deux comme les sujets du groupe L qui n'ont rien appris. Nous pensons donc que les performances des deux groupes sont sensiblement équivalentes.

Il serait vain d'en conclure que les deux tâches sont de même difficulté : ceci est en fait relatif au matériel utilisé, et nous ne ferions que ranimer une controverse qui paraît réglée après les travaux de Blodgett et McCutchan [14] puis de Webb [157]. Par contre nous pouvons dire que nous avons eu la chance de réaliser une situation particulière dans laquelle les indices de réponse motrice et ceux de lieu sont également disponibles au rat, et présentent une utilité équivalente.

Une confirmation de cette assertion est fournie par les résultats de l'épreuve de retournement des repères de lieu du groupe $R_m + L$, et par ceux du réapprentissage des deux sous-groupes correspondant aux nouvelles conditions $R_m + L'$ et $R_m' + L$. Nous avons vu en effet qu'il y a autant de choix guidés par les indices de réponse motrice que par ceux de lieu, et que les vitesses de réapprentissage des deux sous-groupes (Fig. 41) sont équivalentes.

On notera à cet égard que le réapprentissage $R_m + L'$ ou $R_m' + L$ n'est pas plus rapide que ne l'était l'apprentissage $R_m + L$ (Fig. 38) : même point de départ des deux courbes, et même pente. D'ailleurs Tolman, Ritchie et Kalish [142] ont constaté le même phénomène, devant lequel on peut se demander pourquoi il n'y a pas de transfert positif d'apprentissage de la première situation à la seconde, puisque la réacquisition ne paraît lémoigner d'aucune facilitation par rapport à l'acquisition. Or cela reviendrait à ne considérer que le rôle des indices L' et $R_m'$ qui ont changé de statut à cet égard, sont devenus valables et doivent donc induire le sujet en erreur, créant ainsi un effet de transfert négatif sur la réorientation. C'est du moins l'hypothèse qu'émirent Tolman, Ritchie et Kalish à la suite de leur travail et qu'ils vérifièrent lors d'une expérience ultérieure. Nous pensons donc qu'en réalité les deux types de transfert existent bien, mais qu'ils se masquent réciproquement, c'est-à-dire qu'ils s'équilibrent, si bien que la seconde tâche n'est ni plus facile ni plus difficile que la première : il y aurait équivalence des influences négatives et positives des indices de réponse motrice comme des repères locaux sur le réapprentissage, et ceci constitue une preuve supplémentaire de l'équivalence d'utilisation des indices $R_m$ et L dans notre situation expérimentale. D'ailleurs lorsque cette équivalence n'existe plus en raison de la diminution de la quantité de repères locaux valides, comme dans les situations $R_m + Le$ et $R_m + Li$ où l'utilisation des indices de réponse est prévalente, le réapprentissage où ces indices $R_m$ restent valables (c'est-à-dire $R_m + Le'$ ou $R_m + Li'$) et fournissent un transfert positif dominant, est plus rapide que l'apprentissage (Fig. 31 et 36).

2) Ainsi donc, ayant réalisé une situation expérimentale qui donne une part égale aux indices de réponse motrice et de lieu, il serait illogique de vouloir juger de la difficulté relative des orientations vers un lieu ou selon une réponse donnée; par contre, nous pouvons maintenant comparer ces performances du point de vue de leurs *différences qualitatives,* pour déterminer la *nature* du rôle que joue chacune de ces deux classes d'indices et non plus pour quantifier son importance.

Deux principales différences nous paraissent devoir retenir l'attention.

Tout d'abord, la façon dont progresse l'apprentissage n'est pas la même dans les orientations L et $R_m$. En effet la courbe d'accession au critère (Fig. 42) montre que les progrès d'orientation sont initialement rapides dans la condition $R_m$ : quelques rats maîtrisent tout de suite la

tâche, mais les progrès des autres sujets sont beaucoup plus lents. Au contraire l'orientation L semble impossible à acquérir pendant la première moitié des sessions d'apprentissage, puis le retard pris par rapport à l'orientation $R_m$ se comble régulièrement. Il peut donc sembler qu'il y ait des rats « doués » et des rats « peu doués » pour s'orienter lorsque les indices $R_m$ sont valides, alors que ces différences individuelles d'aptitudes seraient beaucoup moindres lorsque ce sont les repères locaux qui sont utilisables. Notons d'ailleurs qu'on ne doit pas dire, au sujet de l'orientation L, que tous les sujets s'y révèlent « peu doués » dans l'ensemble par référence au groupe $R_m$ du simple fait qu'ils semblent accéder au critère en même temps que les derniers sujets du groupe $R_m$. En fait il est probable que si l'on donnait huit ou dix sessions d'essais au lieu de six, les progrès du groupe L continueraient, alors que ceux du groupe $R_m$ paraissent définitivement limités par la présence de certains sujets qui apprennent assez tôt la mauvaise réponse et s'y tiennent ensuite.

Ce phénomène constitue d'ailleurs la seconde différence entre les deux tâches d'orientation : la situation $R_m$ est la seule où l'on trouve de tels sujets persistant à donner la réponse inverse de la bonne. Le rat pénètre à chaque essai dans la chambre vide avant d'allet dans celle où se trouve le biscuit : pour l'expérimentateur il s'agit donc d'erreurs « complètes » bien caractérisées, mais on peut se demander si cette conduite qui lui paraît inadaptée l'est réellement pour l'animal, puisque celui-ci trouve régulièrement sa nourriture au terme de son parcours compliqué ? En fait ce parcours est toujours exécuté rapidement et sans hésitation, il est renforcé dans 100 % des cas, et persiste donc d'autant plus [1]. En fait, la question n'est pas de discuter la légitimité de coter ce comportement en termes d'erreur ou de succès, mais bien de savoir comment de telles conduites peuvent apparaître et se maintenir dans cette situation et non dans les autres.

(1) Notons que le parcours décrit par le rat présente une configuration qui se prête à une restructuration brusque dans le sens de la bonne réponse : il suffirait que le sujet prenne le raccourci au lieu de faire le détour inutile, mais rien de semblable n'apparaît. Nous n'avons constaté, sur deux de nos quatre sujets à réponse inverse, qu'une *lente* et progressive disparition du détour, principalement dûe à la vitesse de course du rat, qui l'amène peu à peu à ne plus entrer dans la chambre vide, tout en commettant encore un début d'erreur d'allure rituelle ou « superstitieuse » (Skinner [126]), d'où un parcours semi-correct (Cf. Fig. 17). Cette conduite correspond donc beaucoup mieux aux effets dûs aux contingences de renforcement des réponses motrices, comme nous allons le voir, qu'à ce qu'on pourrait attendre selon une théorie de type cognitif.

Le fait est qu'effectivement on ne constate jamais, dans le cas de l'orientation L, de cas où les rats se dirigent *à l'inverse du lieu* où se trouve le biscuit. Par contre, de telles erreurs se constatent dans le cas de l'orientation $R_m + L$ : deux rats sur douze notamment ont montré une semblable aberration lors des second et troisième jours d'apprentissage, mais ceci a disparu ensuite, de sorte qu'au sixième jour on ne trouve pas de sujets à réponse inverse dans cette tâche où les repères de lieu sont pleinement utilisables, non plus d'ailleurs que dans les tâches $R_m + Le$ et $R_m + Li$ où ils le sont cependant moins.

En résumé, la systématisation de la conduite incorrecte se constate là où les indices de réponse motrice sont valides, mais elle ne peut se maintenir si les repères locaux sont également valides. Elle est donc relative aux indices $R_m$, et corrigeable par les repères locaux.

Ceci rend compte des différences individuelles dont nous faisons mention plus haut : le rat « apte » est celui qui se trouve tourner préférentiellement dans le sens correct dès le début de l'apprentissage $R_m$, et le sujet peu doué est celui qui réagit à l'inverse. Comme il serait absurde de supposer que cette dichotomie de sujets, concernant le sens préférentiel de réponse motrice, n'existe que dans la population $R_m$, il doit être possible de la retrouver dans la population L. Or le fait est qu'elle se retrouve : au début de l'apprentissage, nous constatons que certains rats tournent toujours du même côté, comme s'ils obéissaient à ce moment aux indices $R_m$ non pertinents, ce qui les conduit à ne réussir qu'un essai sur deux. C'est pourquoi l'ensemble des rats L, considéré à ce stade, a peu de chances de réussir dix essais de suite par individu, et apparaît comme « peu apte ».

Ainsi peut-on rendre compte de l'apparente homogénéité des performances initiales des rats du groupe L, et de l'apparente hétérogénéité de celles du groupe $R_m$. En fait, tous les rats commencent par s'orienter en fonction d'indices de réponse motrice : dans le cas de l'orientation $R_m$, ceci peut assurer d'emblée beaucoup de réussites à certains sujets et très peu à d'autres, tandis que dans le cas de l'orientation L la performance des rats qui se dirigent ainsi doit rester située aux environs de 50 % de réussites.

Cette conclusion nous amène à envisager, au cours du paragraphe suivant, quels sont les mécanismes mis en œuvre dans l'orientation spatiale chez le rat.

## V. — Fonction orientatrice des réponses motrices et des indices qu'elles fournissent

### A) *Les « hypothèses » de réponse motrice.*

Afin de préciser ce qui vient d'être dit, il importe d'abord de savoir à quel moment de l'apprentissage apparaissent les réponses motrices identiques, c'est-à-dire de même sens, que nous avons mentionnées.

Une première hypothèse est que cette systématisation est un trait de l'organisation motrice des rats : ces animaux sont droitiers, ou gauchers, ce qu'un auteur (Yoshioaka [162]) allait jusqu'à mettre en corrélation avec le sens de courbure de leur suture osseuse nasale ! C'est une théorie innéiste déjà ancienne, très ébranlée par les études sur l'alternation des réponses ainsi que nous l'avons vu.

Il s'agit plus vraisemblablement d'une réponse à la situation d'orientation dans un environnement nouveau dont les indices et repères peuvent n'être pas toujours pleinement utilisables. C'est la théorie que Krechewsky [81] a présentée en nommant « hypothèses motrices » cette systématisation des réponses motrices à la suite d'un brouillage de repères locaux jusque là valides. Cet auteur y voit un stade de « présolution » où le rat répond à des stimuli non valides, et qui dure deux à quatre jours selon le matériel utilisé et la tâche requise.

Si la théorie innéiste est exacte, nous devons observer un maximum de systématisation dès le premier jour, pouvant ensuite diminuer dans l'apprentissage de lieu où elle est contraire à l'orientation demandée au rat. Si au contraire nous avons retrouvé un phénomène semblable à ceux que mentionne Krechewsky, il s'agit d'un mode de résolution du problème d'orientation, de l'acquisition d'une première adaptation : la systématisation ne doit donc pas apparaître d'emblée, à la première session d'essais, mais ensuite.

Nous avons donc voulu déterminer si le taux de systématisation initiale était supérieur à ce qu'aurait produit le hasard, ou non. Pour cela, nous avons tout d'abord noté le sens, droite ou gauche, de chaque réponse motrice de chaque rat des groupes L et $R_m$ lors de la première

session de six essais. Puis nous avons établi une échelle bipôlaire de latéralité (gauche $\neq$ droite) s'appliquant à une telle session de 6 essais, et comportant donc 7 points :

Nombre de réponses à { gauche : 0 1 2 3 4 5 6 ; droite : 6 5 4 3 2 1 0

Nous aurions pu comparer la distribution observée chez les rats des groupes L et $R_m$ sur cette échelle à celle que fournit le hasard; cette dernière est facile à déterminer si on considère chaque choix droite et gauche comme équiprobable, car elle peut alors s'estimer par le triangle de Pascal comme une distribution binomiale en 7 classes, d'effectif total $N = 64$, et pour les effectifs de classes : 1, 6, 15, 20, 15, 6, 1.

En fait, ce n'était pas le sens, droite ou gauche, des préférences initiales de réponse motrice des rats qui nous intéressait mais l'existence ou l'inexistence même de telles préférences, c'est-à-dire le caractère systématique de la latéralité de leurs préférences. Ceci revient à considérer de la même façon un rat qui fournit 6 réponses à gauche et 0 réponses à droite, et un autre qui inversement tournerait 6 fois à droite et jamais à gauche, et à les opposer tous deux à un rat qui tournerait autant dans un sens que dans l'autre : 3 essais à gauche et 3 essais à droite. Nous avons donc transformé notre distribution en 7 classes en une distribution en 4 classes de même effectif total; les classes sont définies par le nombre des réponses les plus fréquentes sur six essais, sans tenir compte de leur sens : six classes de la distribution précédente sont ainsi fusionnées deux à deux, et leurs effectifs sont donc additionnés, de sorte qu'on obtient la répartition suivante :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Réponse la plus fréquente : | 6 | 5 | 4 | 3 |
| Réponse la moins fréquente : | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Effectif théorique : | 2 | 12 | 30 | 20 |

Si nous calculons la moyenne de cette distribution théorique en prenant pour valeurs $x$ le nombre de réponses les plus fréquentes (soit : 3, 4, 5 et 6), nous trouvons qu'elle est égale à 3,94 soit une valeur très proche de 4. Par ailleurs l'examen de cette distribution nous montre que son mode correspond également à la valeur 4. Ainsi l'éventualité de quatre réponses dans un sens et de deux réponses dans l'autre sens est-elle la plus probable.

Possédant ainsi une base de comparaison, nous avons construit les distributions observées sur les groupes $R_m$ (19 rats) et L (18 rats); elles montrent toutes deux (fig. 51) que les rats latéralisés initialement

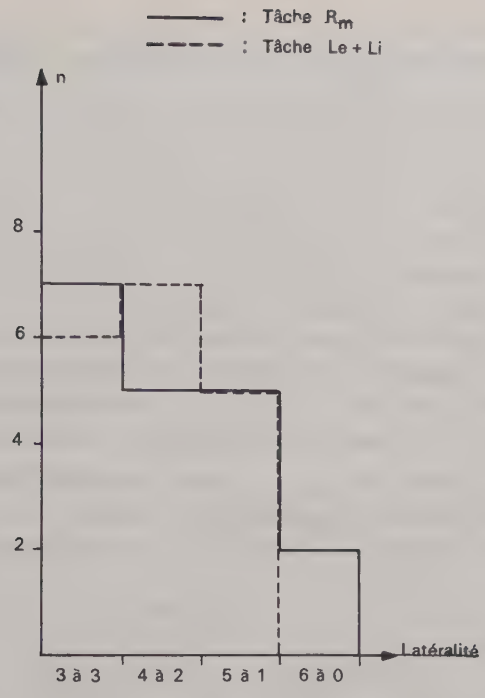



FIG. 51

*Distribution des sujets présentant, lors de la première session de six essais, une latéralité des réponses motrices (n dans un sens contre n' dans l'autre sens) plus ou moins forte, pour les tâches Rm, et Le +Li.*

de façon très constante (6 réponses de même sens) sont rares. Par ailleurs les moyennes observées sont de 3,9 pour les rats du groupe L et de 4,2 pour ceux du groupe $R_m$, ce qui ne diffère pas significativement de la moyenne de la distribution aléatoire théorique. Tout ceci démontre la fausseté de l'hypothèse innéiste.

Par ailleurs, les deux distributions observées sont assez semblables, de sorte que nous avons sommé leurs effectifs pour chaque classe, en considérant que les deux populations étaient homogènes en effectif et en répartition de cet effectif, et que les effets de l'apprentissage n'avaient encore pu les différencier. Nous voulions ainsi pouvoir comparer la distribution des systématisations (ou non) du premier jour avec ce qu'on peut attendre du hasard. Or nous disposions de $18 + 19 = 37$ sujets, et nous devions les comparer à cette distribution théorique d'effectif total $N = 64$. Nous nous sommes alors rapproché de l'effectif des cas observés en divisant par deux chaque effectif de classe, ce qui laisse subsister les rapports de grandeur entre eux tout en réduisant

l'effectif total, puisqu'on a $\frac{N}{2} = 32$, plus légitime à comparer avec N' observé $= 37$ que le précédent effectif $N = 64$. Nous obtenons ainsi les distributions en 4 classes, observées et théoriques, suivantes :

| Classes | 3 à 3 | 4 à 2 | 5 à 1 | 6 à 0 |
|---|---|---|---|---|
| Effectif théorique | 10 | 15 | 6 | 1 |
| Effectif observé | 13 | 12 | 10 | 2 |

L'épreuve de comparaison des fréquences, pour 3 degrés de liberté et au seuil $P = .10$, donne $X^2 = 3{,}68$ ce qui ne dénote pas de différence significative entre les données observées et ce qu'aurait fourni le hasard.

Nous pouvons donc dire que le *stade initial* de l'exploration du labyrinthe en T à gorge se caractérise par *l'indétermination complète* de la latéralité des réponses motrices fournies par le rat.

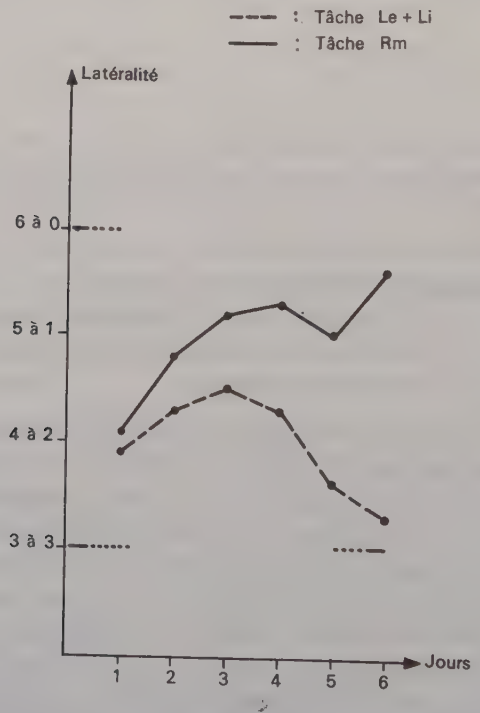



FIG. 52

*Evolution de la latéralité moyenne des réponses motrices au cours de l'apprentissage dans les tâches Rm, et Le + Li.*

Par contre, il n'en va pas de même les jours suivants. Nous avons établi les moyennes de latéralisation des groupes $R_m$ et L pour les cinq derniers jours d'apprentissage de la même façon que nous l'avions fait pour le premier, selon notre échelle en quatre points; ces valeurs sont indiquées sur la figure 52. Nous pouvons voir que la latéralité moyenne augmente jusqu'à ce qu'elle atteigne presque le maximum ($x = 6$) pour le groupe $R_m$, ce qui est logique; ce qui était moins aisément prévisible, c'est que pour le groupe L, avait de diminuer presque jusqu'à la valeur minimum ($x = 3$), la latéralité commence par augmenter significativement jusqu'au troisième jour, restant encore forte le quatrième jour. Or ceci correspond aux observations de KRECHEWSKY rapportées plus haut : nous retrouvons donc bien une phase de « pré-solution » caractérisée par des hypothèses motrices, qui va du second au quatrième jour de l'expérience.

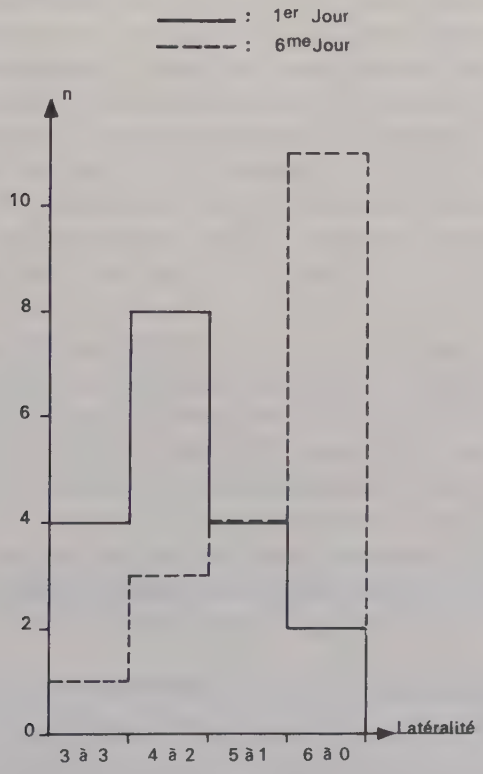



FIG. 53

*Distribution des sujets dans les tâches Le, Li et ∅ sous le rapport de la latéralité de leurs réponses motrices lors de la première et de la dernière sessions d'apprentissage.*

Nous voyons donc que l'hypothèse de réponse motrice se développe même si les indices de réponse motrice ne sont pas valides, mais que la validité des repères locaux peut la faire régresser. Le rôle des repères locaux apparaît donc *second* par rapport à l'adoption d'une réponse de latéralité déterminée et au renforcement des indices qui lui sont afférents : ils agissent comme correcteurs par rapport au choix de cette réponse motrice.

Il est alors logique de se demander si, en l'absence de validité des repères L aussi bien que des indices $R_m$, la latéralisation se systématise. Autrement dit, si aucun indice n'est pertinent, soit opérationnellement (orientation ∅), soit que le seuil d'information spatiale du sujet ne soit pas atteint (orientations Le et Li), il doit y avoir quand même développement de l'hypothèse de réponse. C'est ce que nous avons vérifié sur l'ensemble des 19 rats soumis aux situations ∅, Le et Li. La distribution du premier jour présente un mode correspondant à la valeur 4, la plus probable selon le hasard comme nous l'avons vu; par contre celle du dernier jour montre une nette latéralisation (fig. 53). Cette tendance se développe régulièrement avec l'exercice, comme le montre la courbe des valeurs moyennes (fig. 54). Le phénomène est surtout marqué pour les rats du groupe ∅, comme nous l'avions mentionné dans la partie « résultats ». Cette courbe, en fait, suit le même mouvement que celle du groupe $R_m$, ou que celle du groupe $R_m + L$ (fig. 54).

En résumé, l'hypothèse de réponse tend à se développer, que les indices de réponse motrice soient pertinents ou ne le soient pas; il n'y a que dans ce dernier cas, et seulement si les repères locaux sont pleinement valides, qu'elle peut régresser (orientation L).

Ces relations sont schématisées dans le tableau ci-dessous.

*Développement (+) ou non (—) de l'hypothèse de réponse selon le type d'orientation, les indices $R_m$ et L étant soit valides (V), soit non-valides (NV)*

| Repères L | Indices $R_m$ : V | Indices $R_m$ : NV |
|---|---|---|
| V | + ($R_m$ + L) | − (L) |
| NV | + ($R_m$) | + (∅) |

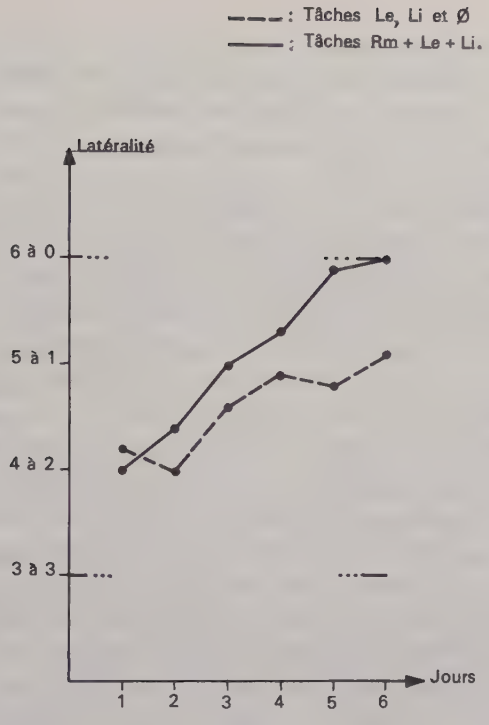



FIG. 54

*Evolution de la latéralité moyenne au cours des six jours d'apprentissage dans les tâches Rm + Le + Li d'une part, et Le, Li, et Ø d'autre part.*

En résumé, nous distinguerons *trois stades* dans l'apprentissage du labyrinthe en gorge :

— Un stade d'indétermination initial;

— Un stade d'hypothèse de réponse;

— Un stade de confirmation ou d'infirmation de cette hypothèse par les repères locaux, ceci dépendant des validités relatives des indices de réponse motrice et de lieu.

## B) *Complémentarité des repères de lieu et des indices de réponse motrice.*

L'orientation vers un lieu donné L se bâtit donc, dans notre situation expérimentale, sur la base d'une réponse motrice constante corrigée par les repères locaux. Le moment où ce phénomène se manifeste de

la manière la plus frappante se situe au début de la période où l'hypothèse de réponse régresse, c'est-à-dire quand le rat commence à maîtriser le problème et à ne plus commettre de parcours erronés. On voit alors le rat courir très vite vers un ensemble local (Le + Li) à partir d'une branche d'introduction donnée, et marquer par contre une hésitation, ou même commettre presque un parcours semi-correct puis se reprendre, à partir de l'autre branche; par la suite cette hésitation devient imperceptible et finalement disparaît. C'est que, dans le premier cas les indices de réponse motrice et de lieu coïncident : pénétrant par l'entrée n° 1, le rat tourne à droite vers l'Est, par exemple; mais dans le second cas, il y a conflit : le rat a tendance à tourner encore à droite à partir de l'entrée n° 2, ce qui l'amènerait à se diriger vers l'Ouest. Or les conduites d'orientation vers ces derniers repères locaux n'ayant pas été suivies de renforcement alimentaire, le sujet rectifie son trajet en conséquence. Finalement les rats du groupe L abordent le carrefour sans courir, et regardent des deux côtés avant de le dépasser; les rats du groupe $R_m$, au contraire, courent dès le départ et prennent leur tournant sans rien inspecter : leur réponse d'orientation est déterminée dès l'introduction dans l'appareil, et non au point de choix, car dès ce moment l'expérimentateur sent l'animal lui échapper des mains pour se précipiter dans le labyrinthe. Cette tension motrice préparatoire est bien moindre chez les rats du groupe L.

Nous pensons qu'il est possible, à partir de ces faits, de rendre compte des différences de degré et de nature que nous avons constatées entre les apprentissages $R_m$, L et $R_m$ + L. Nous allons présenter une hypothèse relative au rôle respectif des indices de réponse motrice et de lieu, sachant qu'une réponse donnée est fournie préférentiellement au cours des premiers stades d'exploration, juste avant que se différencie et se précise l'orientation adaptée au problème posé à l'animal. Pour schématiser, nous supposerons que cette réponse motrice est la seule qui soit donnée pendant un certain nombre d'essais, et nous examinerons ce qu'il advient dans les trois situations d'orientation $R_m$, L et $R_m$ + L, en fonction des *taux de renforcement* des conduites guidées par les divers indices, et des possibilités d'*apprentissage discriminatif* qui en découlent.

1) *Orientation $R_m$.*

a) *Hypothèse de réponse correcte.*

L'apprentissage est alors immédiat, et le tableau des taux de renforcement ci-dessous montre que les repères locaux ne peuvent provoquer de nouvelle décision modifiant l'orientation du rat, puisqu'il n'y a aucune différenciation possible entre les lieux L et L' sous le rapport du renforcement alimentaire.

| Indices : | $R_m$ | $R'_m$ | L | L' |
|---|---|---|---|---|
| Taux de Rf. : | 100 % | / | 50 % | 50 % |

b) *Hypothèse de réponse incorrecte.*

Théoriquement, l'apprentissage est impossible : le rat ne trouve jamais du premier coup sa nourriture (procédure avec correction), mais ne peut non plus jamais constater qu'il pourrait la trouver directement. D'autre part la différence des taux de renforcement des orientations vers l'un et l'autre repères locaux est nulle comme dans le cas précédent : il n'y a donc là aucune possibilité pour le sujet de modifier sa conduite.

| Indices : | $R_m$ | $R'_m$ | L | L' |
|---|---|---|---|---|
| Taux de Rf. : | / | 0 % | 50 % | 50 % |

En principe donc, un certain nombre de rats ne peuvent jamais acquérir l'orientation $R_m$; c'est bien ce que nous avons constaté, mais nous reviendrons plus loin sur ce point.

2) *Orientation L.*

Dans cette condition, l'hypothèse de réponse motrice est toujours renforcée à 50 %, du fait de l'alternance du sens d'introduction du rat dans le labyrinthe; elle ne peut donc être qualifiée de correcte ou d'incorrecte. Au contraire la différenciation des indices de lieu s'effectue pleinement car le rat se rend tantôt directement au lieu correct, tantôt

indirectement après avoir visité la chambre de but vide (procédure avec correction); de la sorte, les repères de lieu finissent par guider l'orientation. Théoriquement, l'apprentissage est donc toujours possible. Le tableau ci-dessous schématise ces relations.

| Indices : | $R_m$ | $R'_m$ | L | L' |
|---|---|---|---|---|
| Taux de Rf. : | 50 % | / | 100 % | 0 % |

3) *Orientation $R_m$ + L.*

a) *Hypothèse de réponse correcte.*

L'apprentissage est immédiat, et la concomitance de renforcement des repères L avec celui des indices $R_m$ n'apporte pas grand'chose à la facilité d'acquisition : le mode de renforcement des repères locaux apparente d'ailleurs ceux-ci aux indices $R_m$, un seul ensemble local L étant connu du rat, et non l'autre L', de la même façon qu'une seule réponse $R_m$ est fournie d'emblée et jamais l'autre.

| Indices : | $R_m$ | $R'_m$ | L | L' |
|---|---|---|---|---|
| Taux de Rf. : | 100 % | / | 100 % | / |

b) *Hypothèse de réponse incorrecte.*

Ici au contraire, en raison de la procédure de correction des essais, le rat visite les deux branches de but, gagnant directement la chambre correcte à partir de l'autre où il s'était rendu tout d'abord. Il connait donc ainsi les deux ensembles locaux L et L' et peut différencier le renforcement des conduites d'approche vers l'un et l'autre repère.

| Indices : | $R_m$ | $R'_m$ | L | L' |
|---|---|---|---|---|
| Taux de Rf. : | / | 0 % | 100 % | 0 % |

Ainsi, tout comme dans les cas défavorables d'orientation $R_m$ considérés plus haut, le rat ne peut comparer sa réponse motrice à celle qui le mènerait directement au but, mais ici par contre il peut inverser

cette réponse sur la base d'un apprentissage discriminatif de lieu. Cet apprentissage par correction d'une hypothèse fausse est d'ailleurs relativement plus facile que celui des rats du groupe L, pour qui cependant l'hypothèse de réponse motrice n'est jamais fausse qu'à moitié. En effet la différence du taux de renforcement des conduites guidées par les repères locaux corrects L et incorrects L' (100 % contre 0 %) n'entre pas ici en concurrence avec le renforcement de l'hypothèse motrice qui est nul (0 %), alors que dans la condition d'orientation L ce dernier s'élève tout de même à 50 %. Ainsi donc la discrimination du lieu correct en tant que seul indice spatial valide, doit-elle être toujours plus facile en situation $R_m$ + L qu'en situation L, même si dans la première le rat fait une hypothèse motrice initiale incorrecte.

Effectivement, c'est l'apprentissage $R_m$ + L qui permet l'apprentissage le plus rapide chez tous les rats, ainsi que nous l'ont montré nos résultats. L'apprentissage de lieu L est également accessible, mais se constitue plus lentement que le précédent. Quant à l'apprentissage $R_m$, il est théoriquement soit immédiat, soit inaccessible à la moitié des sujets qui ont choisi l'hypothèse de réponse motrice incorrecte.

Or nous avons bien constaté l'existence de tels sujets malchanceux dans le groupe $R_m$, mais leur proportion sur l'ensemble de la population expérimentale n'est pas aussi catastrophique que le raisonnement le laisserait attendre : nous en avons trouvé 4 sur 19 rats, et non 9 ou 10, soit 20 % au lieu de 50 %. Il convient donc d'atténuer la rigueur de notre schéma théorique, au moins sur deux points.

Tout d'abord la plupart des rats ne font pas, au stade initial du développement de la latéralisation de leurs réponses, une hypothèse motrice lors de six essais journaliers sur six. Il subsiste en fait une certaine variabilité (4 ou 5 réactions dans un sens et 1 ou 2 dans l'autre), de sorte que même dans les situations $R_m$ et $R_m$ + L, les indices $R_m$ et $R_m'$ peuvent être différenciés par le taux de renforcement des réponses motrices auxquelles ils correspondent. Il y a donc possibilité de modifier l'hypothèse de réponse motrice sans référence obligatoire aux repères locaux.

D'autre part, nous avons supposé que lors des parcours erronés le rat se rend directement de la chambre vide à la chambre garnie de nourriture, sans repasser par le point de départ, et donc sans se remettre de lui-même dans la situation de choix au carrefour. Mais en fait, au cours de la première moitié de leurs essais d'apprentissage (compte non tenu des dix essais réussis finaux éventuels) la plupart des rats

agissent plus souvent de cette façon, qui consiste à revenir au départ après une erreur, que dans la seconde moitié des essais. C'est ce que résume le tableau ci-dessous.

*Pourcentages de retours au départ après un parcours erroné, au cours de la 1re et de la 2e moitié des essais de chaque rat, dans les groupes $R_m$, L et $R_m + L$*

| | Groupes : | | |
|---|---|---|---|
| | $R_m$ | L | $R_m + L$ |
| 1° moitié : | 10 | 48 | 36 |
| 2° moitié : | 9 | 16 | 17 |

Sur 13 rats du groupe L, 11 ont exécuté de tels retours au départ (« retracing ») et 2 ne l'ont jamais fait; sur 14 rats du groupe $R_m$, ces proportions sont de 9 contre 5 (dont les 4 rats déjà mentionnés qui donnent la réponse inverse); sur 12 rats du groupe $R_m + L$, nous trouvons : 10 et 2. Au total, 30 rats sur 39 ont effectué le retour au départ après une erreur complète, dans 42,5 % des cas en moyenne au début de l'apprentissage et dans 14,8 % seulement à la fin.

Ainsi donc, au stade même de l'apprentissage où se développe l'hypothèse de réponse, la plupart des sujets corrigent la moitié de leurs essais manqués d'une façon qui facilite la discrimination du renforcement des réponses motrices. En effet, si un rat a tourné à gauche au carrefour et n'a rien trouvé, il peut ensuite tourner deux fois de suite à droite (retour au départ, puis orientation du côté correct) et trouver alors le biscuit. La réduction en fréquence que subissent de telles conduites par la suite montre bien qu'elles jouent un rôle fonctionnel dans l'exploration du rat, car à ce stade l'hypothèse de réponse motrice s'est trouvée confirmée ou infirmée sur la base de la différenciation des indices $R_m$ ou des repères L, et l'animal se guide selon les uns ou selon les autres, suivant la situation considérée et ses contingences de renforcement.

### C) *Observations éthologiques et orientation spatiale.*

La situation d'*orientation* $R_m$ apparaît comme extrêmement artificielle : on conçoit bien que l'animal se rende au même lieu par deux

chemins différents dans les conditions de la vie en liberté, mais il semble exclu qu'il puisse trouver le même but en donnant la même suite de réponses motrices ayant pour origine deux points de l'espace différents, voire opposés.

Il semble par contre que ce soit la *situation* $R_m + L$ qui corresponde le mieux à l'orientation naturelle et coutumière d'un petit rongeur sauvage. En effet les éthologistes (Saint-Girons et Saint-Girons [118]; Saint-Girons [119], [120]) décrivent des lieux où le mulot, le campagnol, la souris des champs, etc... se rendent électivement pour s'alimenter, amasser la nourriture, faire leur toilette, déféquer, etc... En outre ces auteurs insistent sur le fait que pour se rendre à ces lieux qui correspondent chacun à la satisfaction d'un besoin particulier, l'animal suit toujours le même chemin (la « passée ») dans le même sens, donc à partir du même point de départ, accomplissant ainsi une promenade rituelle dans son territoire à un moment déterminé de sa période d'activité journalière (Saint-Girons [119]). Ainsi donc, comme dans la situation $R_m + L$, les indices de lieu et de réponse motrice sont-ils confondus.

Il faut cependant remarquer qu'il s'agit là de la description d'un état final du comportement spontané de l'anmial : l'éthologie ne nous a pas été jusqu'ici d'un grand secours pour savoir comment le rongeur, rat ou autre, constitue la connaissance de son domaine à partir du moment où il s'y installe : elle nous dit seulement comment il utilise cette connaissance spatiale une fois qu'elle est formée. Au contraire, les résultats obtenus au laboratoire peuvent suggérer à l'éthologie quelques observations concernant la formation des « passées » : sont-elles le résultat d'une hypothèse de réponse motrice confirmée d'emblée, ou la sélection d'une route parmi d'autres menant au même point et utilisées de façon équivalente par l'animal au terme d'un apprentissage de lieu ?

Pour l'expérimentateur, l'état final décrit par l'éthologiste a un sens fonctionnel, s'il s'agit bien de la transformation d'un repérage local en une séquence d'indications motrices à la suite d'une pratique suffisante d'un parcours donné. En effet l'automatisation des réponses permet les réactions les plus rapides et les moins sujettes à dégradation en cas de motivation intense, car aucun jugement de différenciation n'est requis en cours d'action : les différences de vitesses de parcours entre rats $R_m$ et rats L, notamment au point de choix, nous le montrent. Krechewsky et Honzik [83] et Yoshioaka [163], ainsi que Ritchie,

Aeschliman et Peirce [114], ont constaté que le surapprentissage de l'orientation $R_m$ + L dans le labyrinthe en T donne l'avantage au choix de $R_m$ comme indice directeur lorsqu'on fait une épreuve de retournement des repères, et cela est d'autant plus marqué qu'il y a eu plus de répétitions préalables. Cependant si on place un obstacle au point de choix, la stéréotypie motrice est brisée et le rat s'oriente alors davantage suivant les repères de lieu qu'il ne l'aurait fait sans cet arrêt forcé au carrefour.

Deux mécanismes d'effets opposés peuvent favoriser ou restreindre l'importance croissante que prennent les indices de réponse dans l'orientation lors du surapprentissage. Tout d'abord l'apprentissage de la non-pertinence des indices $R_m$ peut empêcher toute « contamination » subséquente des repères locaux par ces indices dans une situation $R_m$ + L. Par exemple, Watson [152] apprend aux rats à parcourir un labyrinthe en tunnel comportant six carrefours successifs dotés de repères locaux internes très faciles à distinguer, et disposés de telle sorte, d'un essai sur l'autre, que la séquence des tournants à effectuer ne soit jamais la même : il s'agit donc d'un apprentissage de lieu. Celui-ci étant réalisé, l'auteur ne modifie plus la séquence des réponses motrices pendant 20 essais : il s'agit donc d'une situation $R_m$ +L. Enfin il revient aux conditions initiales lors de 10 essais-tests : il ne constate aucune erreur à cette occasion. Toutefois c'est peu de 20 essais pour fixer par stéréotypie une séquence de 6 tournants.

D'autre part, rien n'oblige l'animal, dans son environnement naturel, à varier ses réponses motrices vis-à-vis des mêmes repères locaux. Nous avons vu qu'au contraire le rat forme assez tôt une « hypothèse motrice » de sens déterminé, correspondant à son choix spontané, et qu'il a donc tendance à s'y tenir. Si cette « préférence » inconditionnelle pour une réponse motrice donnée ajoute ses effets à ceux du renforcement dans l'expérience, elle contribue beaucoup à fixer cette réponse. Ainsi Aebli [2] détermine chez 11 rats ce qui est en somme leur « hypothèse de réponse » dans un labyrinthe en T, puis il leur fait acquérir dans cet appareil une orientation $R_m$ + L correspondant, pour 5 sujets à leur choix de réponse, et pour les 6 autres à l'inverse de leur choix. Ceci étant appris, l'auteur soumet chaque rat à un essai-test, consistant en un choc électrique donné au point de choix : 4 rats sur 5 du premier groupe fuient alors en donnant la réponse motrice à la fois préférée et renforcée, alors que 5 rats sur 6 du second groupe tournent à l'inverse, en donnant la réponse préférée mais non renforcée :

ils reviennent donc à leur hypothèse motrice initiale. C'est dire que le choix spontané de la réponse influe sur sa fixation par renforcement; or l'animal sauvage est relativement libre de ce choix, aussi la réponse motrice qu'il apprend finalement doit-elle s'en trouver d'autant mieux fixée.

Tolman [135] interprète cette automatisation comme une dégradation de la conduite apprise. A titre d'exemple il cite une expérience sur le comportement du rat placé dans un labyrinthe en forme de chiffre 8 comme celui de Hunter, mais où l'animal trouve toujours à manger lorsqu'il revient au point de départ, quel qu'ait été le sens dans lequel il a tourné au point de choix. Lors des premiers parcours les rats donnent indifféramment l'une ou l'autre réponse motrice, mais ensuite ils finissent par se fixer sur l'une d'elles. Or nous pensons qu'il s'agit d'une évolution normale et fonctionnelle : la réaction acquise se fixe et libère la fonction discriminative (d'ailleurs inutile dans le cas rapporté par Tolman) qui doit faire face à de nouveaux stimulus et permettre l'adaptation à de nouvelles situations.

Nous dirons même que si l'orientation $R_m$ correspond à une situation artificielle, *l'orientation L* par contre maintient artificiellement en œuvre des processus discriminatifs de repères locaux qui, dans les conditions naturelles, doivent agir transitoirement comme correcteurs éventuels des hypothèses de réponse motrice initiales, et laisser ensuite se fixer les réponses renforcées.

## VI. — Rôle des indices de réponse motrice et des repères de lieu dans l'orientation : synthèse finale

La controverse entre apprentissage de lieu et de réponse motrice était l'aboutissement des recherches expérimentales sur l'orientation spatiale chez le rat. Son objet ne concernait pas tant la nature des informations sensorielles utilisées que celle des mécanismes mis en jeu : le nœud du problème consistait en ce que les auteurs concevaient la nature des processus d'acquisition comme liée à celle des indices utilisées. Ainsi le parcours du rat ne pouvait être guidé que par le renforcement continûment croissant de certaines de ses réponses motrices, ou bien au contraire par la structuration perceptive des repères

locaux en un « plan mental » : l'un des deux apprentissages devait donc être impossible, comme ne répondant pas au mode d'utilisation des indices spatiaux par le rat.

L'apport expérimental de BLODGETT, puis de WEBB, fut de montrer qu'en fait les deux apprentissages étaient possibles, et que leur facilité respective ne dépendait que de la *disponibilité* relative des divers types d'indices spatiaux présentés au rat; c'est d'ailleurs ce que nous avons retrouvé au cours du présent travail.

Toutefois il était encore concevable que des mécanismes d'acquisition différents puissent correspondre à l'utilisation des indices de réponse motrice d'une part (augmentation continue de la probabilité d'apparition de la réponse motrice la plus renforcée), et des repères spatiaux d'autre part (structuration soudaine du champ perceptif spatial). TOLMAN [138] ne concevait-il pas lui-même qu'« il y a plus d'une seule sorte d'apprentissage » ?

Des observations superficielles peuvent d'ailleurs faire croire à une telle dualité de mécanismes, et nous en trouvons des exemples dans nos résultats. Ainsi nous avons vu que les différences des performances individuelles sont plus fortes dans l'orientation $R_m$ que dans l'orientation L, ce qui pourrait faire supposer la mise en jeu d'aptitudes différentes dans les deux cas. Nous avons montré qu'il n'y a rien là que de relatif à la nature même de la tâche et aux processus d'exploration des rats, qui sont identiques dans les deux populations $R_m$ et L. De la même façon on pourrait constater, en considérant le cas de chaque rat individuellement, que le critère est atteint de façon assez soudaine dans l'orientation $R_m$, et au contraire après une période assez longue où échecs et succès se mélangent en proportion assez égale dans l'orientation L. On pourrait presque être amené à dire qu'il y a « insight » dans l'apprentissage de réponse motrice et non dans celui de lieu, à l'inverse de ce qu'on doit attendre selon les théories de TOLMAN ! En fait, ici encore, tout dépend de l'incidence de l'adoption d'une hypothèse motrice par le rat sur le type de tâche qui lui est proposé, et de ses conséquences en termes de proportion de succès et d'échec; quoi qu'il en soit, les processus d'exploration des rats restent les mêmes dans les deux situations.

C'est pourquoi le mérite de RESTLE a été de faire une *synthèse* de ces divers types d'apprentissage, quel que soit le genre d'indice sur lequel ils se basent, en les décrivant en termes de théorie du conditionnement (taux de renforcement, nombre d'essais, caractère continu

du renforcement de la réponse, discriminabilité et additivité des indices, etc...) comme des *discriminations* semblables à celles qu'on étudie dans un appareil de type Lashley ou Skinner. C'est seulement à cette condition qu'on peut rendre compte de l'amendement éventuellement apporté par les repères locaux à l'adoption d'une réponse motrice déterminée : cette complémentarité ne se concevrait pas si le mode d'utilisation des divers genres d'information spatiale ne constituait pas une dimension qui leur soit commune.

Mais peut-être RESTLE, faisant œuvre de théoricien, a-t-il été trop loin dans l'idée de l'équivalence de tous les indices spatiaux pour assurer l'apprentissage du parcours correct, si bien qu'il a perdu de vue le nouvel aspect du problème que cette idée pouvait révéler, à savoir la *complémentarité* des apprentissages de lieu et de réponse motrice. C'est qu'en fait les indices qui définissent ces deux types d'acquisition ne jouent pas un rôle équivalent et simultané tout au long des essais auxquels le rat est soumis jusqu'à maîtrise de la tâche. Au contraire, les uns sont d'abord utilisés de façon prépondérante, puis les autres jouent un rôle complémentaire vis-à-vis des premières orientations ainsi guidées, de sorte qu'il y a là un *effet d'ordre* qui limite le rôle des indices intervenant en second lieu. C'est ainsi que nous avons observé dans notre labyrinthe qu'après une phase d'indétermination, une réponse motrice constante est adoptée, puis que celle-ci est éventuellement corrigée d'après la différenciabilité et la validité des repères locaux.

Le fait que les indices de réponse motrice soient les premiers guides de l'orientation, comme KRECHEWSKY l'avait observé et comme nous l'avons également constaté dans un dispositif à gorge comme le sien, ne signifie nullement une prééminence absolue de cette classe d'indices. Au contraire ce phénomène est relatif au matériel utilisé, car tout se passe différemment si les repères de lieu sont très disponibles, comme dans un labyrinthe surélevé placé dans un local ordinaire offrant suffisamment d'indices visuels (TOLMAN, RITCHIE et KALISH [141]). Dans ces conditions en effet, le rat ne forme pas d'hypothèse motrice, car il aurait alors quelque chance de trouver la solution correcte de l'apprentissage de réponse motrice : or nous savons qu'il ne parvient pas, dans ces conditions, à acquérir cette orientation. Mais inversement, nous savons aussi qu'il finit, non pas par se diriger au hasard, mais bien par aller toujours au même *lieu,* même s'il n'y trouve à manger qu'une fois sur deux : on peut considérer cette conduite comme une véritable « hypothèse de lieu », phénomène que nous n'avons jamais observé

dans le labyrinthe à gorge, mais qui remplace apparemment l'hypothèse de réponse motrice dans le labyrinthe surélevé.

Ainsi donc en tout cas trouve-t-on initialement, dans l'adaptation du rat à la situation d'orientation dans le labyrinthe, une phase d'*hypothèse* basée sur les indices les plus disponibles, et qui détermine dans une certaine mesure la suite des acquisitions que peut effectuer l'animal, en fonction des contingences de renforcement et de la procédure expérimentale mise en œuvre.

## CONCLUSION

Lorsqu'un animal sait se rendre d'un lieu à un autre pour satisfaire un besoin déterminé en suivant le parcours correct, le problème se pose de savoir quels sont les repères qui guident son orientation. La méthode expérimentale nous permet en outre de nous poser également la question de savoir comment est acquise une telle conduite adaptée, et elle nous incite d'autant plus à le faire que nous pourrons ainsi discerner la constitution progressive de l'usage de telle ou telle catégorie d'indices spatiaux.

De nombreux auteurs ont abordé cette étude expérimentale, et très tôt leurs recherches ont essentiellement porté sur la comparaison du rôle orientateur des repères locaux et de celui des indices de réponse motrice. D'une part en effet, cette distinction recouvrait celle que les physiologistes établissent entre extéroception et proprioception, et d'autre part surtout elle correspondait pour les psychologues au fait que c'est par son activité même de déplacement, et par les contingences de renforcement de cette dernière, que le sujet acquiert l'orientation correcte, ou bien au contraire qu'il faut renoncer à ce mode d'explication.

Or le dernier stade de cette longue série d'études débute avec l'assertion de Tolman selon laquelle l'animal ne peut apprendre à se diriger que sur la base des repères locaux. C'est alors que Blodgett et McCutchan démontrèrent qu'en fait l'usage des indices de réponse motrice était également possible et ne dépendait que de la disponibilité relative des deux types d'indices. En définitive l'on aboutit ainsi, avec Restle, à une interprétation de l'apprentissage d'orientation en termes de discrimination des indices valides, quelle que soit la nature de ces derniers, qui contribuent chacun pour leur part à guider le trajet correct, les informations qu'ils apportent s'ajoutant les unes aux autres.

Nous avons repris ce problème en définissant trois catégories d'indices spatiaux (de réponse motrice $R_m$, de lieu intérieur au labyrinthe

Li, de lieu extérieur Le), et nous avons réalisé une à une les huit situations d'orientation qui correspondent aux combinaisons de renforcement des parcours guidés par ces indices.

Le premier point, et le plus important, qui ressort des résultats que nous avons obtenus, concerne le rôle des indices de réponse motrice dans l'orientation du rat : non seulement ils peuvent diriger les déplacements de l'animal comme l'avaient montré Blodgett et McCutchan, mais encore point n'est besoin pour cela de supprimer toute possibilité de repérage local comme le pratiquaient ces auteurs. Avec un environnement ordinaire, non appauvri et bien éclairé, comportant même un premier-plan et un arrière-plan bien différenciés (repères Li et Le), mais offrant par ailleurs au rat la possibilité de se déplacer librement à sa vitesse propre et sans risque de chute, nous avons constaté que l'animal était tout aussi capable de se diriger d'après les indices fournis par ses propres réponses motrices, dont la séquence n'est en aucune façon altérée par la construction du matériel d'espérience, que suivant les repères de lieu.

Il y a plus encore : en effet nous avons vu que le rat peut apprendre deux parcours dans le labyrinthe sans qu'ils convergent obligatoirement en un même lieu, comme l'affirmait Tolman et comme cela nous apparaît d'ailleurs spontanément comme vraisemblable : l'apprentissage peut consister au contraire en l'acquisition d'une conduite motrice définie menant à deux endroits différents dans un même environnement. Mais en outre cette réponse motrice apprise n'a elle-même rien de vectoriel, car elle peut très bien comporter un aller-retour inutile sur un même segment local de parcours, du moment que les contingences de renforcement et que les possibilités de différenciation ont été telles que cette séquence complexe de réponses motrices ait toujours réduit la motivation mise en jeu.

Quoi qu'il en soit du succès final, ou plus généralement de l'état final des performances d'orientation guidées par les indices $R_m$, le rôle le plus important joué par ces derniers dans notre expérience nous paraît se situer au niveau des états intermédiaires des apprentissages d'orientation. En effet, dans toutes les situations que nous avons proposées aux rats, nous avons toujours constaté que commençait à se développer ce que Krechewsky nommait une « hypothèse motrice », c'est-à-dire que les premiers guides de l'orientation que l'animal met à l'essai sont ses indices $R_m$, quelle qu'en soit la validité dans la situation considérée.

Il convient cependant ici d'amender la conception de Krechewsky

dans ce qu'elle peut avoir d'absolu dans son affirmation de la primauté d'utilisation des indices de réponse motrice; elle a d'ailleurs été émise à une époque d'assertions tout aussi tranchées en faveur de ces indices ou des repères de lieu. En fait, comme les recherches ultérieures l'ont montré, y compris la nôtre, la disponibilité relative des indices dépend de la construction même du matériel et détermine à son tour le choix des indices qui seront les premiers guides de l'orientation. Ainsi, nous avons signalé dans l'« historique » (Cf. page 44) et dans la « discussion » (Cf. page 127) l'existence d'une « hypothèse de lieu » chez les rats censés apprendre une réponse motrice définie dans l'expérience de Tolman, Ritchie et Kalish [141]. La possibilité d'apprentissage discriminatif dépend donc de la disponibilité de chaque classe d'indices, et Restle a eu raison d'insister sur ce point en a ssimilant l'apprentissage d'orientation à un problème de discrimination.

Mais c'est précisément là que nos résultats nous invitent, réciproquement, à amender le point de vue de Restle par celui de Krechewsky, car pour rendre compte de l'adaptation de l'animal à une telle situation, il convient de prendre en considération les processus de résolution de problème qui sont mis en œuvre, et notamment ces stratégies que sont les « hypothèses » de lieu ou de réponse. Il serait vain en effet de n'en pas tenir compte et de vouloir inférer directement de la disponibilité des indices à la possibilité d'un apprentissage les concernant : le meilleur exemple nous en est fourni par notre situation $R_m$. Nous savons que dans notre labyrinthe les indices de réponse motrice sont au moins aussi disponibles que ceux de lieu, et cela peut rendre compte du fait que plusieurs sujets du groupe $R_m$ accèdent très vite au critère de dix essais réussis consécutifs, bien avant leurs congénères placés en situation L; cependant un certain nombre de sujets $R_m$ se fixent sur la réponse motrice de parcours erroné et ne parviennent jamais plus à effectuer même un seul essai réussi. Cet apparent paradoxe s'éclaire si l'on connait le rôle des processus intermédiaires entre l'énoncé du problème d'orientation et sa solution par le rat : en fait la disponibilité des indices a pour effet principal et primordial de déterminer les premiers choix des guides d'orientation du rat, et cette première hypothèse peut être d'emblée la solution, ou seulement une pré-solution. Dans ce dernier cas, c'est par rapport à elle qu'il faut concevoir les possibilités de discrimination d'indices et d'adoption éventuelle d'une nouvelle hypothèse d'indices mieux adaptée au problème posé; celle-ci apparaîtra donc comme complémentaire vis-à-vis de la précédente. C'est ce que nous avons exposé dans notre discussion des résultats, en nous basant

sur les principes de la théorie de la discrimination, en fonction des indices perçus par le rat et des taux de renforcement des parcours guidés par ces indices, mais aussi en tenant toujours compte de l'adoption préalable d'une hypothèse de réponse motrice, c'est-à-dire en somme d'un *effet séquentiel.*

En définitive, c'est à ce simple effet d'ordre, trop perdu de vue par la majorité des auteurs, qu'il convient également de rapporter, non seulement la possibilité pour le rat de s'orienter, mais même certains caractères de l'acquisition de cette performance, comme sa soudaineté ou sa progressivité, qui constituait l'un des points de la controverse entre TOLMAN et les partisans de la théorie du renforcement. En fait, ainsi que nous l'avons vu dans la « discussion » (pages 125 et 126), il peut y avoir accession soudaine au critère d'apprentissage dans la situation $R_m$, et accession graduelle dans la situation L, alors que d'après les théories classiques l'orientation vers un lieu doit résulter d'un « insight » qui remplace soudainement la variabilité initiale des conduites, et que l'acquisition d'une réponse motrice définie doit résulter d'un renforcement continu de cette réponse qui devient progressivement de plus en plus probable. Tout dépend en fait, nous semble-t-il, de la nature de la première hypothèse d'indices effectuée par le sujet, ainsi que de sa validité; cette conception réduit ainsi à un effet des contingences expérimentales de renforcement, d'une part, et au choix de la présolution d'orientation, d'autre part, les différences de nature que HULL et TOLMAN voyaient dans les processus d'acquisition de l'orientation vers un lieu ou selon une réponse motrice.

Il convient donc de prendre en considération les variations de la conduite du rat au cours du temps lorsqu'on étudie son orientation dans le labyrinthe. A cet égard, nous venons de rappeler l'importance de l'ordre dans lequel le rat utilise telle ou telle classe d'indices, et de plus nous devons également rappeler un autre phénomène mentionné plus haut, à savoir la complémentarité transitoire d'utilisation de deux indices simultanément valables. Ainsi l'orientation vers un lieu donné ne peut être acquise que si les repères locaux intérieurs et extérieurs au labyrinthe sont conjointement valides; cependant une fois que le critère de réussite est atteint (ce qui représente un certain degré de pratique), ce sont les repères de lieu extérieurs qui sont presque seuls utilisés. De même, si les repères locaux et les indices de réponse motrice sont pertinents à la fois, ces derniers deviennent les principaux guides du parcours correct après un exercice suffisant; ceci montre d'ailleurs

une fois encore l'importance de cette classe d'indices, non seulement dans l'acquisition de l'orientation, mais aussi dans sa conservation sous forme de mémoire posturale.

Tous ces exemples font ressortir la nécessité d'adopter une perspective dynamique dans l'étude longitudinale de l'usage des diverses sortes d'indices au cours de l'orientation spatiale chez l'animal.

## BIBLIOGRAPHIE


[1] Aderman (M.). — The effect of differential training upon the relative strength of place vs. response habits. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1958, **51**, 372-5.

[2] Aebli (M.).— Regression toward an unlearned preference in the rat. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1952, **45**, 258-63.

[3] Ballachey (E.L.), Buel (J.). — Centrifugal swing as a determinant of choice-point behavior in the maze running of the white rat. *J. comp. Psychol.*, 1934, **17**, 201-23.

[4] Ballachey (E. L.), Krechewsky (I.). — « Specific » vs. « general » orientation factors in maze running. *Univ. Calif. Publ. Psychol.*, 1932, **6**, 83-97.

[5] Beritoff (J. S.). — *Neural mechanisms of higher vertebrates behavior.* Boston, Little, Brown et C^ie^, 1965.

[6] Blancheteau (M.). — La reconnaisance des lieux chez l'animal : interdépendance du premier plan et du fond. *Bull. Psychol. G.E.P.U.P.*, 1967, **21**, 419-23.

[7] Blancheteau (M.), Andre (L.), Cohen-Salmon (C.), Laborey (J. F.), Souffez (M. F.). — Complémentarité des repères locaux proches et éloignés dans l'apprentissage d'un emplacement chez le rat blanc. *Psychol. franç.*, **12**, 40-6.

[8] Blancheteau (M.), Eskhenazy (M. L), Muller (F.). — L'orientation spatiale chez le rat : apprentissage de lieu ou de réponse ? *Psychol. franç.*, 1964, **9**, 181-203.

[9] Blancheteau (M.), Girard (Y.), Lanati (L.), Zago (R.). — L'orientation spatiale chez le rat; importance relative des indices de lieu et de réponse étudiée par la méthode de choix ou « reversal ». *Psychol. franç.*, 1966, **11**, 76-86.

[10] Blodgett (H.). — Relative strength of place and response learning in the T-maze. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1948, **41**, 17-24.

[11] Blodgett (H. C.), Mc Cutchan (K.). — Choice-point behavior in the white rat as influenced by spatial opposition and by preceding maze-sequence. *J. comp. Psychol.*, 1944, **37**, 66-73.

[12] Blodgett (H. C.), Mc Cutchan (K.). — Place learning and anticipation : I. Anticipation as a failure of place discrimination. *J. comp. Psychol.*, 1946, **39**, 351-7.

[13] Blodgett (H. C.), Mc Cfitchan (K.). — Anticipation and place learning : II. Anticipation in an homogeneous environment. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1947, **40**, 165-75.

[14] Blodgett (H. C.), Mc Cutchan (K.). — Place versus response learnig in the simple T-maze. *J. exp. Psychol.*, 1947, **37**, 412-22.

[15] Bridgen (R. L.). — The basis of directional orientation. *J. comp. Psychol.*, 1933, **16**, 159-70.

[16] Brown (W. L.). — The effect of a common start-finish locus on orientation and behavior in a multiple T-maze. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1946, **39**, 331-8.

[17] Buel (J.). — The linear maze : I. « Choice point expectancy », « correctness » and the goal gradient. *J. comp. Psychol.*, 1934, **17**, 185-99.

[18] Carr (H. A.). — Mazes studies in the white rat. *J. anim. Behav.*, 1917, **7**, I. Normal animals : 259-75, II. Blind : 276-94, III. Anosmic : 295-306.

[19] Carr (H.). — The alternation problem. A preliminary study. *J. anim. Behav.*, 1917, **7**, 365-84.

[20] Carr (H. A.), Watson (J. B.). — Orientation in the white rat. *J. comp. Neurol. Psychol.*, 1908, **18**, 27-44.

[21] Casamajor (J.). — Le mystérieux sens de l'espace. *Rev. scient.*, 1927, **65**, 554-65.

[22] Cohen-Salmon (C.), Blancheteau (M.). — Transport et consommation de la nourriture dans un parcours expérimental chez le rat blanc. *An. Psychol.*, 1967, **67**, 337-84.

[23] Cohen-Salmon (C.), Blancheteau (M.). — Indices d'orientation dans le labyrinthe et transport de la nourriture chez le rat blanc. *An. Psychol.*, 1968, **68**, 1-10.

[24] Commins (W. D.). — A note on the learning of elevated mazes by rats. *J. genet. Psychol.*, 1932, **41**, 481-2.

[25] Commins (W. D.), Mc Nemar (Q.), Stone (C. P.). — Intercorrelations of measures of ability in the rat. *J. comp. Psychol.*, 1932, **14**, 225-36.

[26] Daguzan (J.). — Le retour au gîte ou « homing » chez *Littorina littorea* (L.) adulte (Mollusque gastéropode prosobranche). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1966, **263**, 830-1.

[27] Darchen (R.). — Le substratum inné dans le comportement de « *Blatella germanica* » placée dans divers labyrinthes. *Behaviour*, 1964, **22**, 245-81.

[28] Dashiell (J. F.). — Direction orientation in maze running by the white rat. *Comp. Psychol. Monog.*, 1930, **7**, n° 2.

[29] Dashiell (J. F.). — The role of vision in spatial orientation by the white rat. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1959, **52**, 522-6.

[30] Dashiell (J. F.), Bayroff (A. G.). — A forward going tendancy in maze running. *J. comp. Psychol.*, 1931, **12**, 77-94.

[31] De Bray (P.). — *Principes d'association dans l'apprentissage d'un labyrinthe.* Diplôme de Psychologie, Université de Montréal, 1965, 40 p.

[32] De Camp (J. E.). — Relative distance as a factor in the white rat's selection of a path. *Psychobiol.*, 1920, **2**, 245-53.

[33] Dember (W. N.). — Response by the rat to environmental change. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1956, **49**, 93-5.

[34] Dember (W. N.), Fowler (H.). — Spontaneous alternation after free and forced trials. *Canad. J. Psychol.*, 1959, **13**, 151-4.

[35] Dennis (W.). — The sensory control of the white rat in the maze habit. *J. genet. Psychol.*, 1929, **36**, 59-90.

[36] Dennis (W.). — The proprioceptive ability of the white rat. *J. comp. Psychol.*, 1931, **12**, 379-92.

[37] Dodwell (P. C.), Bessant (D. E.). — Learning without swimming in a water maze. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1960, **53**, 422-5.

[38] Douglas (R. J.). — Cues for spontaneous alternation. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1966, **62**, 171-83.

[39] Estes (W. K.), Schoeffler (M. S.). — Analysis of variables influencing alternation after forced trials. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 357-62.

[40] Fontaine (M.). — Quelques problèmes physiologiques posés par le *Salmo salar*. Intérêt de l'étude de la *smoltification*, type de préparation au comportement migratoire. *Experientia*, 1960, **16**, 433-8.

[41] Fontaine (M.). — Quelques aspects des mécanismes physiologiques des phénomènes migratoires, pp. 135-45, dans : *La distribution temporelle des activités animales et humaines*, Colloque U.I.S.B., Masson, Paris, 1967, 189 p.

[42] Forgays (D. G.), Forgays (J. W.). — The nature of the effect of free-environmental experience in the rat. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1952, **45**, 322-8.

[43] Gengerelli (J. A.). — Preliminary experiments on the causal factors in animal learning. *J. comp. Psychol.*, 1928, **8**, 369-75.

[44] Gengerelli (J. A.). — An experiment on the natural preference of rats for right and left turns. *J. comp. Psychol.*, 1930, **10**, 262-5.

[45] Gengerelli (J. A.). — Studies in abstraction with the white rat. *J. gen. Psychol.*, 1930, **38**, 171-202.

[46] Gentry (G.), Brown (W. L.), Kaplan (S. J.). — An experimental analysis of the spatial location hypothesis in learning. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1947, **40**, 309-22.

[47] Gilhousen (H. C.). — Fixation of excess distance patterns in the white rat. *J. comp. Psychol.*, 1933, **16**, 1-23.

[48] Gleitman (H.). — Studies in motivation and learning : II. Thirsty rats trained in a maze with food but no water; then run hungry. *J. exp. Psychol.*, 1950, **40**, 169-74.

[49] Gleitman (H.). — Place learning without prior performance. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 77-9.

[50] Grice (G. R.). — An experimental test of the expectation theory of learning. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1948, **41**, 137-43.

[51] Hall (J. F.). — Studies in secondary reinforcement : I. Secondary reinforcement as a function of the frequency of primary reinforcement. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 246-51.

[52] Hamill (R.). — Sequence of turns versus distances as essential pattern elements in the maze problem. *J. comp. Psychol.*, 1931, **11**, 367-82.

[53] Hasler (A. D.), Horrall (R. M.), Wisby (W. J.), Braemer (W.). — Sun orientation and homing in fishes. *Limnol. Oceanogr.*, 1958, **3**, 353-61.

[54] Heathers (G. L.). — The avoidance of repetition of a maze reaction in the rat as a function of the time interval between trials. *J. Psychol.*, 1940, **10**, 359-80.

[55] Hebb (D. O.). — *The organization of behavior*. Wiley, New York, 1949, 319 p.

[56] Heron (W. T.), Oxman (L. I.), Singley (E.). — Conditioning or apprehension in rat learning. *J. comp. Psychol.*, 1946, **39**, 1-4.

[57] Higginson (G. D.). — Visual discrimination in the white rat. *J. exp. Psychol.*, 1926, **9**, 337-47.

[58] Higginson (G. D.). — Performance of white rat in rotated maze. *J. comp. Psychol.*, 1930, **10**, 355-74.

[59] Hill (C. W.), Thune (L. E.). — Place and response learning in the white rat under simplified and mutually isolated conditions. *J. exp. Psychol.*, 1952, **43**, 289-97.

[60] Honzik (C. H.). — The sensory basis of maze learning in rats. *Comp. Psychol. Monog.*, 1936, **13**, n° 64.

[61] Honzik (C. H.), Tolman (E. C.). — The perception of spatial relations by the rat : a type of response not easily explained by conditioning. *J. comp. Psychol.*, 1936, **22**, 287-318.

[62] House (B. J.). — The relationship of place and turn alternation to reactive inhibition. *J. genet. Psychol.*, 1956, **89**, 183-97.

[63] Hull (C. L.). — Knowledge and purpose as habit mechanisms. *Psychol. Rev.*, 1930, **37**, 511-25.

[64] Hull (C. L.). — Goal attraction and directing ideas conceived as habit phenomena. *Psychol. Rev.*, 1931, **38**, 487-506.

[65] Hull (C. L.). — The goal-gradient hypothesis and maze learning. *Psychol. Rev.*, 1932, **39**, 25-43.

[66] Hull (C. L.). — Differential habituation to internal stimuli in the albino rat. *J. comp. Psychol.*, 1933, **16**, 255-73.

[67] Hull (C. L.). — The Rat's speed of locomotion gradient in the approach of food. *J. comp. Psychol.*, 1934, **17**, 393-422.

[68] Hull (C. L.). — The concept of the habit-family hierarchy and maze-learning. *Psychol. Rev.*, 1934, **41**, Part I : 33-54, Part II : 134-52.

[69] Hull (C. L.), Spence (K. W.). — « Correction » vs. « non-correction » method of trial and errors learning in rats. *J. comp. Psychol.*, 1938, **25**, 127-46.

[70] Hunter (W. S.). — The temporal maze and kinaesthetic sensory processes in the white rat. *Psychobiol.*, 1920, **2**, 1-17.

[71] Hunter (W. S.). — The sensory control of the maze habit in the white rat. *J. genet. Psychol.*, 1929, **36**, 505-37.

[72] Hymovitch (B.). — The effects of experimental variations on problem solving in the rat. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1952, **45**, 313-21.

[73] Ingebritsen (O. C.). — Maze learning after lesions in the cervical corol. *J. comp. Psychol.*, 1932, **14**, 279-94.

[74] Iwahara (S.). — Inhibition vs. thigmotropism vs. centrifugal swing as determinants of the initial turn alternation phenomenon. *Annual anim. Psychol.*, 1963, **13**, 1-16.

[75] Kalish (D.). — The non-correction method and the delayed response problem of Blodgett and Mc Cutchan. *J. comp. Psychol.*, 1946, **39**, 91-107.

[76] Kardos (L.), Barkoci (I.). — Importance, dans l'apprentissage chez l'animal, des segments finaux communs à plusieurs séquences comportementales (en hongrois). *M.T.A. Biologiai Osztàlyànak Közleményi*, 1953, **2**, 95-114.

[77] Kendler (H. H.). — An investigation of latent learning in a T-maze. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1947, **40**, 265-70.

[78] Kendler (H. H.), Gasser (W. P.). — Variables in spatial learning : I. Number of reinforcements during training. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1948, **41**, 178-87.

[79] Kleerekoper (H.). — Some aspects of olfaction in fishes, with special reference to orientation. *Am. Zoologist*, 1967, **7**, 385-95.

[80] Koch (H. C.). — The influence of mechanical guidance upon maze learning. *Psychol. Monog.*, 1923, **32**, n° 147.

[81] Krechewsky (I.). — « Hypotheses » in rats. *Psychol. Rev.*, 1932, **39**, 516-32.

[82] Krechewsky (I.). — Hereditary nature of « hypotheses ». *J. comp. Psychol.*, 1933, **16**, 99-116.

[83] Krechewsky (I.), Honzik (C. H.). — Fixation in the rat. *Univ. Calif. Publ. Psychol.*, 1932, **6**, 13-26.

[84] Kunicka (J.), Krzywicka (D.), Salomon (G.). — Expériences sur le comportement des rats blancs dans les labyrinthes convexes et concaves (en polonais). *Pol. Arch. Psychol.*, 1932, **5**, 435-9.

[85] Lashley (K. S.). — Studies of cerebral function in learning. *Psychobiol.*, 1920, **2**, 55-135.

[86] Lashley (K. S.). — Learning : I. Nervous mechanisms of learning, pp. 524-563, dans : *The foundations of experimental Psychology*, Worcester (Massassuchets), Clark University Press, 1929.

[87] Lashley (K. S.), Ball (J.). — Spinal conduction and kinaesthetic sensitivity in the maze habit. *J. comp. Psychol.*, 1929, **9**, 71-106.

[88] Lawrence (D. H.), Mason (W. A.). — Systematic behavior during discrimination reversal learning and change of dimensions. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 1-7.

[89] Liggett (J.). — An experimental study of the olfactory sensitivity of the white rat. *Gen. Psychol. Monog.*, 1928, **3**, 1-64.

[90] Lindley (S. B.). — The maze learning ability of anosmic and blind anosmic rats. *J. genet. Psychol.*, 1930, **37**, 245-67.

[91] Lovett (D.). — Spinal mechanisms involved in solving problems in sensory discrimination : III. The abliity of rats with spinal cord lesions to discriminate runways differing in tactual discrimination. *Psychol. Bull.*, 1935, **32**, 540.

[92] Lukaszewska (I.). — A study of returning behaviour of white rats on elevated mazes. *Acta Biol. exper.*, 1961, **21**, 253-7.

[93] Lukaszewska (I.). — Return reaction versus one trial learning. *Acta Biol. exper.*, 1962, **22**, 23-6.

[94] Lukaszewska (I.). — Sensory cues in return reaction. *Acta Biol. exper.*, 1963, **23**, 249-52.

[95] Lukaszewska (I.). — The effect of intra-maze visual cues on return reaction in rats. *Acta Biol. exper.*, 1964, **24**, 153-9.

[96] Lundgate (K. E.). — The effect of manual guidance upon maze learning. *Psychol. Monog.*, 1923, **33**, n° 148.

[97] Mc Corquodale (K.), Meehl (P. E.). — On the elimination of cul entries without obvious reinforcement. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 367-71.

[98] Mc Cutchan (K.), Rethlingshaffer (D.), Nichols (J. W.). — The role of response and place learning under alternating hunger and thirst drives. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 269-75.

[99] Mc Farlane (D. A.). — The role of kinesthesis in maze learning. *Univ. Calif. Publ. Psychol.*, 1930, **4**, 277-305.

[100] Mc Kay (D. C. G.). — Left-right tendancy in the Hermit Crab (*Clibinarius Zebra* Dana). *J. comp. physiol. Psychol.*, 1947, **40**, 421-5.

[101] Mc Namara (H. J.), Long (J. B.), Wike (E. L.). — Learning without response under two conditions of external cues. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1956, **49**, 477-80.

[102] Meyer (M. E.). — Discriminative basis for astronavigation in birds. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1964, **58**, 403-6.

[103] Meyer (M. E.). — The internal clock hypothesis for astronavigation in homing pigeons. *Psychon. Sc.*, 1966, **5**, 259-60.

[104] Michener (M. C.), Walcott (C.). — Navigation of single homing Pigeons : airplane observations by radio-tracking. *Science*, 1966, **154**, 410-2

[105] Miles (W. R.). — The comparative learning of rats on elevated and alley-mazes of the same pattern. *J. comp. Psychol.*, 1930, **10**, 237-61.

[106] Montgommery (K. C.). — "Spontaneous alternation" as a function of time between trials and amount of work. *Amer. Psychol.*, 1950, **5**, 251.

[107] Montgommery (K. G.). — A test of two explanations of spontaneous alternation. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1952, **45**, 287-93.

[108] Montgommery (K. C.). — Exploratory behavior as a function of "similarity" of stimulus situations. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1953, **46**, 129-33.

[109] Muhlan (G. J.), Stone (C. P.). — Effects of electroconvulsive shocks on rats behavior in a Dashiell-type of water-maze. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1949, **42**, 17-26.

[110] Restle (F.). — Discrimination of cues in mazes : a resolution of the "place vs. response" question. *Psychol. Rev.*, 1957, **64**, 217-28.

[111] Riley (D. A.), Rosenzweig (M. R.). — Echolocation in rats. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1957, **50**, 323-8

[112] Ritchie (B. F.). — Studies in spatial learning : III. Two paths to the same location and two paths to two different locations. *J. exp. Psychol.*, 1947, **37**, 25-38.

[113] Ritchie (B. F.). — Studies in spatial learning : VI. Place orientation and direction orientation. *J. exp. Psychol.*, 1948, **38**, 659-69.

[114] Ritchie (B. F.), Aeschliman (B.), Peirce (P.). — Studies in spatial learning : VIII. Place performance and the acquisition of place dispositions. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1950, **43**, 73-85.

[115] Ritchie (B. F.), Hay (A.), Hare (R.). — Studies in spatial learning : IX. A dispositional analysis of response performance. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 442-9.

[116] Ruch (F. L.). — Goal direction orientation, generalized turning habit and goal gradient as factors in maze learning in the rat. *J. comp. Psychol.*, 1934, **17**, 225-32.

[117] Saila (S. B.), Shappy (R. A.). — Random movement and orientation in salmon migration. *J. Cons. perm. int. Expl. Mer.*, 1963, **28**, 153-66.

[118] Saint Girons (H.), Saint Girons (M. C.). — Espace vital, domaine et territoire chez les Vertébrés terrestres. *Mammalia*, 1959, **23**, 448-76.

[119] Saint Girons (M. C.). — Le système « espace-temps » chez les petits Mammifères. *Sciences et Nature*, 1959, **5**, 25-8.

[120] Saint Girons (M. C.). — Espace vital et comportement territorial chez « Apodemus sylvaticus », « Clethrionomys glareolus » et « Microtus agrestis ». *Vie et Milieu*, 1960, **11**, 233-60.

[121] Scharlock (D. P.). — The role of extra-maze cues in place and response learning. *J. exp. Psychol.*, 1955, **50**, 249-54.

[122] Schmidt-Koenig (K.). — The sun-azimuth compass : one factor in the orientation of homing pigeons. *Science*, 1960, **131**, 826-8.

[123] Schneirla (T. C.). — Learning and orientation in ants. *Comp. Psychol. Monog.*, 1929, **6**, n° 4.

[124] Shaw (W. A.), Seidel (R. J.). — Spatial perception in the hooded rat : cue dominance and direction orientation. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1958, **51**, 98-102.

[125] Shen (N. C.). — The bodily turn of the albino rat in a straight alley. *Yenching Stud. Psychol.*, 1933, **1**, 15-24.

[126] Skinner (B. F.). — "Superstition" in the Pigeon. *J. exp. Psychol.*, 1948, **38**, 168-72.

[127] Small (W. S.). — An experimental study of the mental processes of the rat. *Amer. Psychol.*, 1900, **11**, 133-65.

[128] Spence (K. W.). — The order of eliminating blinds in maze learning by the rat. *J. comp. Psychol.*, 1932, **14**, 9-27.

[129] Spence (K. W.), Shipley (W. C.). — The factors determining the difficulty of blind alleys in maze learning by the white rat. *J. comp. Psychol.*, 1934, **17**, 423-36.

[130] Sutherland (N. S.). — Spontaneous alternation and stimulus avoidance. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1957, **50**, 358-62.

[131] Taylor (J. G.). — Perception generated by training echolocation. *Rev. canad. Psychol.*, 1966, **20**, 64-86.

[132] Thacker (L. A.). — An investigation of non-instrumental learning. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1950, **43**, 86-98.

[133] Thompson (M. E.), Thompson (J. P.). — Reactive inhibition : a factor in maze learning. II. The role of reactive inhibition in studies of place learning versus response learning. *J. exp. Psychol.*, 1949, **39**, 883-91.

[134] Thorndike (E. L.). — Expectation. *Psychol. Rev.*, 1946, **53**, 277-81.

[135] Tolman (E. C.). — Purpose and cognition : the determiners of animal learning. *Psychol. Rev.*, 1925, **32**, 285-97.

[136] Tolman (E. C.). — The determiners of behavior at a choice point. *Psychol. Rev.*, 1938, **45**, 1-41.

[137] Tolman (E. C.). — Cognitive maps in rats and men. *Psychol. Rev.*, 1948, **55**, 189-208.

[138] Tolman (E. C.). — There is more than one kind of learning. *Psychol. Rev.*, 1949, **56**, 144-55.

[139] Tolman (E. C.), Gleitman (H.). — Studies in spatial learning : VII. Place and response learning under different degrees of motivation. *J. exp. Psychol.*, 1949, **39**, 653-9.

[140] Tolman (E. C.), Ritchie (B. F.), Kalish (D.). — Studies in spatial learning : I. Orientation and the short-cut. *J. exp. Psychol.*, 1946, **36**, 13-24.

[141] Tolman (E. C.), Ritchie (B. F.), Kalish (D.). — Studies in spatial learning : II. Place learning versus response learning. *J. exp. Psychol.*, 1946, **36**, 221-9.

[142] Tolman (E. C.), Ritchie (B. F.), Kalish (D.). — Studies in spatial learning : IV. The transfert of place learning to other starting paths. *J. exp. Psychol.*, 1947, **37**, 39-47.

[143] Tolman (E. C.), Ritchie (B. F.), Kalish (D.). — Studies in spatial learning : V. Response learning versus place learning by the non-correction method. *J. exp. Psychol.*, 1947, **37**, 285-92.

[144] Tsai (L. S.). — Gradual vs. abrupt withdrawal guidance in maze learning. *J. comp. Psychol.*, 1930, **10**, 325-31.

[145] Ueda (K.), Toshiaki (J. H.), Gorbman (A.). — Electroencephalographic studies on olfactory discrimination in adult spawning salmon. *Comp. Biochem. Physiol.*, 1967, **21**, 133-43.

[146] Valentine (H. M.). — Visual perception in the white rat. *J. comp. Psychol.*, 1928, **8**, 369-75.

[147] Vincent (F. B.). — The function of the vibrissae in the behavior of the white rat. *Behav. Monog.*, 1912, **1**, 1-81.

[148] Vincent (F. B.). — The white rat and the maze problem : II. An olfactory control. *J. anim. Behav.*, 1915, **5**, 140-57.

[149] Waddell (D.), Gans (S.), Kempner (P.), Williams (A.). — A comparison of place and response learning in very young rats. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 375-7.

[150] Walker (E. L.), Dember (W. N.), Earl (R. W.), Karoly (A. J.). — Choice alternation : I. Stimulus vs. place vs. response. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 19-23.

[151] Walthall (W. J.). — The influence of different maze surroundings on learning. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1948, **41**, 438-49.

[152] Walton (A.). — Visual cues in maze running by the albino rat. *J. genet. Psychol.*, 1930, **38**, 50-77.

[153] Watson (J. B.). — Kinesthesic and organic sensations; their role in the reactions of the white rat to the maze. *Psychol. Monog.*, 1907, **8**, n° 2.

[154] Watson (J. B.). — Kinaesthetic and organic sensations : their role in the reactions of the white rat. *Psychol. Rev. Monog.*, 1917, **24**, n° 3.

[155] Wayne (D.). — Spontaneous alternation in rats as an indicator of the persistence of stimulus effects. *J. comp. Psychol.*, 1939, **28**, 305-12.

[156] Weaver (H. E.), Stone (C. P.). — The relative ability of blind and normal rats in maze learning. *J. genet. Psychol.*, 1928, **35**, 157-76.

[157] Webb (W. B.). — A study in place and response learning as a discrimination behavior. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 263-8.

[158] Wilcoxon (H. C.), Waters (R. H.). — Spatial orientation in the white rat. *J. exp. Psychol.*, 1948, **38**, 412-9.

[159] Wilson (W. R.). — Selection in "trial and error" learning. *Psychol. Rev.*, 1924, **31**, 150-60.

[160] Wisby (W. J.), Hasler (A. D.). — Effect of olfactory occlusion on migrating silver Salmon (*Oncorrhynchus hisutch*). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 1954, **11**, 472-8.

[161] Witkin (H. A.), Schneirla (T. C.). — Initial maze behavior as a function of maze design. *J. comp. Psychol.*, 1937, **23**, 275-304.

[162] Yoshioaka (J. G.). — A note on a right or left going position habit with rats. *J. comp. Psychol.*, 1928, **8**, 429-33.

[163] Yoshioaka (J. G.). — Is vision useless for the rat in a familiar maze ? *J. Genet. Psychol.*, 1929, **36**, 342-3.

[164] Yoshioaka (J. G.). — A further note on a position habit in rats. *J. comp. Psychol.*, 1930, **10**, 309-15.

[165] Zeaman (D.), House (B. J.). — The growth and decay of reactive inhibition as measured by alternation behavior. *J. exp. Psychol.*, 1951, **41**, 177-86.

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN - GAP

Périodiques scientifiques

et littéraires

Dépôt légal n° 151 - 1969